1\.

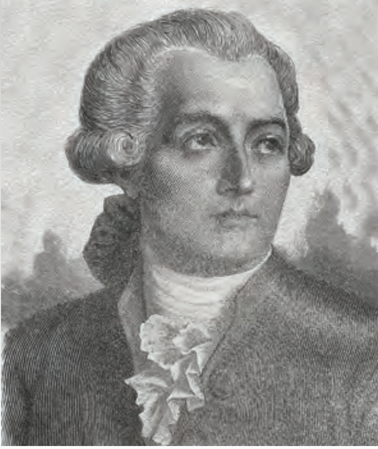
BÖLÜM

KİMYANIN TEMEL KANUNLARI

- *Kimyanın temel kanunları nelerdir?*
- *Kimyanın temel kanunlarının, kimya biliminin gelişimine katkısı nasıl olmuştur?*
- *Kimyanın temel kanunları nasıl ortaya çıkmıştır?*

1.1.1. Kimyanın Temel Kanunları

Kimya bilimini simyadan ayıran en önemli özellikler kimya biliminin deneye, gözleme ve ölçmeye dayalı olmasıdır. Kimyasal olayların gözlenmesi ve deneysel sonuçların ölçülerek yorumlanmasıyla kimyanın temel kanunları ortaya çıkmış ve kimyanın bilim olma süreci başlamıştır. Bu süreçte bilim insanları çok çalışmışlar ve edindikleri bilgileri paylaşarak toplumun yararını gözetmişlerdir. Kimyanın bilim olma sürecinin başlangıcına ve gelişimine katkıda bulunan kimyanın temel kanunları aşağıda açıklanmıştır.



Görsel 1.1: A. L. Lavoisier (Temsilî)

a) Kütlenin Korunumu, Sabit Oranlar, Katlı Oranlar ve Sabit Hacim Oranları Kanunları

Antoine-Laurent de Lavoisier'nin (Antuan Loran dö Lovuoziye) Kütlenin Korunumu Kanunu (Görsel 1.1), Joseph Proust'ın (Jozef Prust) Sabit Oranlar Kanunu, John Dalton'ın (Con Daltın) Katlı Oranlar Kanunu ve Joseph Lovis Gay-Lussac'ın (Jozef Luvi Gey-Lüsak) Sabit Hacim Oranları Kanunu kimyanın önemli dört temel kanunudur.

Kütlenin Korunumu Kanunu kimyasal tepkimelerde kütlenin korunduğunu, Sabit Oranlar Kanunu bileşiklerdeki elementlerin kütleleri arasındaki ilişkiyi, Katlı Oranlar Kanunu aynı elementlerden oluşmuş farklı bileşiklerdeki elementler arasındaki oranı, Sabit Hacim Oranları Kanunu ise tepkimelerde gaz hâlindeki maddelerin birbiri arasında birleşen hacim oranlarını açıklar.

I. Kütlenin Korunumu Kanunu

18\. yüzyılda yaşayan A. L. Lavoisier dikkatli ve çok titiz bir kimyacıydı. Lavoisier; Scheele (Siyle) ve Priestley'in (Frıstlıy) yaptıkları deneylerde hiçbir maddenin kütlesini tartmadıklarının farkına vardı. Aynı dönemde yaşayan kimyacılardan farklı olarak Lavoisier, deneylerinde kullandığı maddelerin kütlelerini ölçmenin önemini belirtti. Bununla birlikte reaksiyona giren maddelerin kütleleri toplamının, reaksiyondan sonra oluşan maddelerin kütleleri toplamına eşit olduğunu tespit etti. Böylece kimyada kendi adıyla bilinen "Kütlenin Korunumu Kanunu"nu buldu. Lavoisier, kütlenin korunumunu "Madde yoktan var, vardan yok edilemez." sözleriyle açıkladı.

Lavoisier, Priestley'in deneylerini kütle ölçümü yaparak açıkladı. Lavoisier'nin ilk önemli deneylerinden biri, kalay metalinin oksitlendirilmesine ilişkindi. Lavoisier, kapalı bir cam kap içinde kalayı eritmiş ve bu sırada cam balonun ağırlaştığını saptamıştır. Lavoisier burada, erimiş kalayın kısmen siyah bir toza dönüştüğünü ve kabın açılmasından sonra işlemde kullanılan kadar havanın kabın içine girdiğini gözlemlemiştir. İşlem sırasında, başlangıçta balon içinde var olan havanın yalnızca beşte birinin kullanıldığını saptamıştır. Daha sonra kalayı metal okside dönüştürecek şeyin ne olduğu sorusunu ortaya atmıştır.

BİLGİ KUTUSU

Lavoisier kütle ölçümlerinde teraziyi kullanmıştır.

BİLGİ KUTUSU

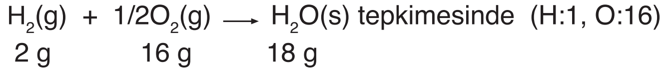
Kimyasal tepkimelerde kütle korunurken atom türü ve toplam atom sayısı da korunur.

Daha sonra kalayla birleşen bu hava bileşeninin solunumda kullanılanlardan farklı olmadığı sonucuna varmıştır.

Lavoisier, cıva oksidi kömürle karıştırarak bir kap içinde ısıttı. Oluşan gazın suda çözündüğünü ve bu gazla dolu kap içinde yanan bir mumun söndüğünü görerek bunun karbon dioksit gazı olduğunu saptadı. Bu olayda kömürün bir rolünün ve filojistonun etkisinin olmadığı sonucunu çıkardı. Metal oksitten oluşan oksijen, kömürle karbon dioksit oluşturuyor ve metal oksit metal hâline dönüşüyordu. Fosforun yanmasına ilişkin deneylerinde ortamdaki havanın her zaman 4/5'inin geriye kaldığını, 1/5'inin (oksijen) ise bu sırada fosforla birleştiğini saptadı. Artakalan gaza (azot) o zamanlar "solunamayan hava" deniliyordu.

Lavoisier, yaptığı çalışmalarla kimyada bir devrim yapmış ve "modern kimyanın babası" diye tanınmıştır. Simyadan kimyaya geçiş Robert Boyle'nin (Rabırt Boyl) element tanımını yapması ve Lavoisier'nin Kütlenin Korunumu Kanunu'nu açıklamasıyla başlamıştır.

Kütlenin Korunumu Kanunu'na göre bir kimyasal tepkimede; tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamı, tepkime sonunda oluşan maddelerin kütleleri toplamına eşittir. Örneğin



$H_2(g) + 1/2O_2(g) \longrightarrow H_2O(s)$ tepkimesinde (H:1, O:16)
2 g   16 g   18 g

Girenlerin kütleleri toplamı: 2 + 16 = 18 g
Ürünün kütleleri toplamı: 18 gramdır.

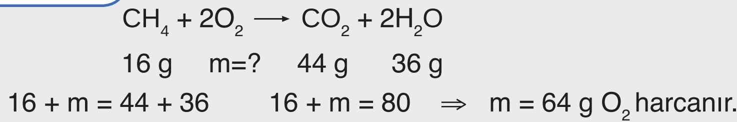
BİLGİ KUTUSU

Kimyasal tepkimelerde tepkimeye giren maddelere tepken veya reaktif, tepkime sonucunda oluşan maddelere ürün veya reaktant denir.

ÖRNEK

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ tepkimesinde 16 g metan (CH_4) yeterli miktarda oksijen (O_2) ile birleşerek 44 g karbon dioksit (CO_2) ve 36 g su (H_2O) oluşuyor. Tepkimede harcanan O_2 kaç gramdır?

ÇÖZÜM



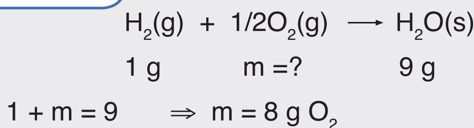
$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$
16 g   m=?   44 g   36 g

16 + m = 44 + 36   16 + m = 80 $\Rightarrow$ m = 64 g O_2 harcanır.

ÖRNEK

$H_2(g) + 1/2O_2(g) \longrightarrow H_2O(s)$ tepkimesinde 9 g H_2O oluşurken 1 g H_2 kullanılmaktadır. 27 g H_2O oluşması için kaç gram O_2 harcanır?

ÇÖZÜM



$H_2(g) + 1/2O_2(g) \longrightarrow H_2O(s)$
1 g   m =?   9 g

1 + m = 9 $\Rightarrow$ m = 8 g O_2

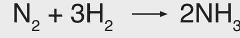
9 g H_2O oluşurken   8 g O_2 harcanır.
27 g H_2O oluşurken   ? g O_2 harcanır.

$? = \frac{27.8}{9} = 24$ g O_2 harcanır.

ÖRNEK

$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesinde NH_3 oluşurken 28 g N_2 ve 20 g H_2 tepkimeye sokuluyor. Bu tepkime sonunda 14 g H_2 arttığına göre oluşan NH_3 kaç gramdır?

ÇÖZÜM



$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

tepkimeye giren; H_2 miktarı 20 – 14 = 6 g, N_2 miktarı 28 g;

tepkimede oluşan NH_3 miktarı 6 + 28 = 34 g'dır.

1.1. ALIŞTIRMA

$2Na(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow 2NaOH(suda) + H_2(g)$ tepkimesine göre 2,3 g Na ve 1,8 g H_2O tepkimeye girerek bir miktar NaOH ve 0,1 g H_2 oluşuyor. Tepkimede oluşan NaOH kaç gramdır?

1.2. ALIŞTIRMA

$2Ca(k) + O_2(g) \longrightarrow 2CaO(k)$ tepkimesine göre Ca katısı ve O_2 gazı birleşerek CaO katısını oluşturur. 7 g CaO bileşiğinin oluşması için 5 g Ca harcanır. Buna göre 112 g CaO'in oluşması için kaç gram O_2 harcanır?



Görsel 1.2: Joseph Proust (Temsilî)

II. Sabit Oranlar Kanunu

Joseph Proust (Görsel 1.2) 1799'da aynı miktar bakırı (Cu), sülfürik asit (H_2S0_4) ya da nitrik asitte (HNO_3) çözüp sonra soda ya da potas (KOH) ile karbonat şeklinde çöktürdüğünde daima aynı miktar yeşil karbonat elde ettiğini rapor etmiştir. Bu ve benzer deneylerden çıkan sonuçlarla Sabit Oranlar Kanunu'na ulaşmıştır.

Elementler bileşik oluştururken sabit kütle oranında birleşir. Bir bileşiğin bütün örnekleri aynı yüzde bileşime sahiptir. Bir bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranına **"Sabit Oranlar Kanunu"** denir.

Su, bir oksijen (O) atomu başına iki hidrojen (H) atomu içerir. Aşağıda verilen iki farklı su örneğinde H ve O elementlerinin kütlece yüzdelerinin aynı olduğu görülür.

Örnek A ve bileşimi		Örnek B ve bileşimi	
10,000 g H_2O		27,000 g H_2O	
1,119 g H	H = % 11,19	3,021 g H	H = % 11,19
8,881 g O	O = % 88,81	23,979 g O	O = % 88,81

BİLGİ KUTUSU

*100 g bileşikteki elementlerin gram miktarına **kütlece yüzde bileşim** denir.*

Örneklerde görüldüğü gibi su hangi kaynaktan alınırsa alınsın H_2O'yu oluşturan H ve O'in kütlece yüzde (%) bileşimleri sabit bir değerdir.

Örneğin H_2O'da hidrojenin oksijene kütlece birleşme oranı $\frac{m_H}{m_O} = \frac{1}{8}$ 'dir.

1 g H + 8 g O = 9 g H_2O oluşur.

H ve O'in bileşikteki kütlece yüzde bileşimleri

% H

9 g H_2O'da 1 g H
100 g H_2O'da ?

$? = \frac{100}{9} = \%11,19$

% O

100 -11,19 = %88,81

Tablo 1.1: CaS Bileşiğindeki Elementlerin Kütlece Birleşme Oranları ve Yüzde Bileşimleri

Ca (k)	S (k)	CaS (k)	Ca/S Kütle Oranı	% Ca	% S
5	4	9	5/4	55,5	44,5
10	8	18	5/4	55,5	44,5
20	16	36	5/4	55,5	44,5

Tablo 1.1 incelendiğinde farklı miktarda CaS bileşiği elde edilirken Ca ve S miktarlarının aynı oranda değiştiği görülür. Bu nedenle CaS bileşiğini oluşturan Ca ve S elementlerinin kütle oranı ve bileşikteki yüzde bileşimleri sabit bir değerdir.

Bir bileşikte sabit kütle oranını uygulamak için bileşiğin formülü X_aY_b olsun. Bileşikteki X ve Y elementlerinin kütlece birleşme oranı:

$\frac{m_X}{m_Y} = \frac{a.X}{b.Y}$ 'dir. $\frac{m_X}{m_Y}$ = kütlece birleşme oranı, $\frac{X}{Y}$ = atom kütleleri oranı,

$\frac{a}{b}$ = atom sayıları oranıdır.

ÖRNEK

Fe_2O_3 bileşiğinde

a) Demirin oksijene kütlece birleşme oranı ($\frac{m_{Fe}}{m_O}$) kaçtır?

b) 21 gram demir ile en fazla kaç gram oksijen birleşir? Kaç gram Fe_2O_3 oluşur?

c) Bileşikteki demir ve oksijenin kütlece yüzde (%) bileşimlerini bulunuz. (Fe:56, O:16)

ÇÖZÜM

Fe_2O_3 bileşiğinde elementlerin sabit kütle oranı

a) $\frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{2.Fe}{3.O}$ ise $\frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{2.56}{3.16} \Rightarrow \frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{7}{3}$'tür.

b) 7 g Fe + 3 g O ⟶ 10 g Fe_2O_3 oluşur.
21 g Fe + ? g O ⟶ ? g Fe_2O_3 oluşur.
9 g O harcanır. 30 g Fe_2O_3 oluşur.

c) % Fe

10 g Fe_2O_3'te 7 g Fe
100 g Fe_2O_3'te ? g Fe

$? = \frac{100.7}{10}$ = %70 Fe vardır.

% O

100 – 70 = %30 oksijen vardır.

ÖRNEK

FeS bileşiğinin 11 gramında 7 gram demir vardır. Buna göre

a) Bileşikteki demirin kükürtle kütlece birleşme oranı $\left(\frac{m_{Fe}}{m_S}\right)$ kaçtır?

b) 33 g FeS elde etmek için kaç gram Fe ve S harcanır?

ÇÖZÜM

a) $m_{Fe} + m_s = m_{FeS}$

$7 + m_S = 11 \Rightarrow m_S = 4$ g'dır. $\frac{m_{Fe}}{m_S} = \frac{7}{4}$ 'tür.

b) 11 g FeS elde etmek için 7 g Fe harcanır.
33 g FeS elde etmek için ? g Fe harcanır.

$? = \frac{33.7}{11} = 21$ g Fe harcanır. 33 – 21 = 12 g S harcanır.

ÖRNEK

N_2O_3 bileşiğinde azotun oksijene kütlece birleşme oranı $\frac{m_N}{m_O} = \frac{7}{12}$'dir.

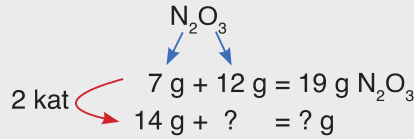
14 g azot ile 36 g oksijen tepkimeye sokuluyor. Buna göre

a) Hangi elementten kaç gram artar?

b) En fazla kaç gram N_2O_3 bileşiği oluşur?

ÇÖZÜM

$\frac{m_N}{m_O} = \frac{7}{12}$ kütle oranına göre azotun 2 katı, oksijenin 3 katı madde verilmiş. Tepkimede azot tamamen harcanır. Bu nedenle hesaplamalar azot miktarı üzerinden yapılır.



Azot miktarı 2 kat arttığından harcanan oksijen miktarı ve bileşiğin kütlesi de 2 kat artar. Harcanan oksijen miktarı 12.2 = 24 g, oluşan bileşik kütlesi 19.2 = 38 g olur. Harcanan miktarlar başlangıçtaki miktarlardan çıkarıldığında azot için 14-14 = 0, oksijen için 36-24 = 12 g olur. Bu nedenle tepkime sonunda azot biterken 12 g oksijen artar ve 38 g N_2O_3 bileşiği oluşur.

a) 12 g oksijen artar.

b) 38 g N_2O_3 oluşur.

1.3. ALIŞTIRMA

CaO bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_{Ca}}{m_O} = \frac{5}{2}$ 'dir.

28 g CaO oluşturmak için eşit kütlede kalsiyum ve oksijen kullanılıyor. Buna göre

a) Hangi elementten kaç gram artar?

b) Başlangıçtaki karışım kaç gramdır?

1.4. ALIŞTIRMA

SO_3 bileşiğinde kütlece %60 oksijen vardır. Buna göre

a) Kükürdün oksijene kütlece birleşme oranı $\left(\frac{m_S}{m_O}\right)$ kaçtır?

b) 18 g oksijen ile 18 g kükürt tepkimeye girerse hangi elementten kaç gram artar? En fazla kaç gram SO_3 oluşur?

III. Katlı Oranlar Kanunu

İngiliz kimyacı John Dalton (Görsel 1.3) kimyasal birleşmelerde Kütlenin Korunumu ve Sabit Oranlar Kanunu'ndan yararlanarak 1803-1808 tarihleri arasında bir atom kuramı geliştirdi.



Görsel 1.3: John Dalton (Temsilî)

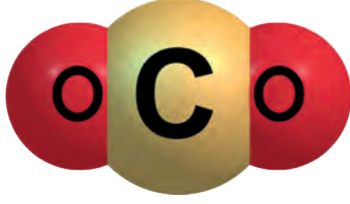
Dalton Atom Teorisi üç varsayıma dayanır.

- Her bir element, atom adı verilen çok küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşur. Atomlar, kimyasal tepkimelerle oluşmaz ve bölünemez.
- Bir elementin bütün atomlarının kütlesi ve diğer özellikleri aynıdır. Fakat bir elementin atomları diğer element atomlarından farklıdır.
- Kimyasal bileşikler, iki ya da daha çok sayıda elementin basit sayısal bir oranda birleşmesi ile oluşur. Örneğin bir atom (A) bir atom (B) ile birleşerek (AB) bileşiğini, bir atom (A), iki atom (B) ile birleşerek (AB_2) bileşiğini oluşturur.

Buna göre bir elementin atomu bölünemediğinden kimyasal tepkime öncesi var olan atomların sayısı, tepkime sonrasında da var olmalıdır (1. varsayım). Bu durumda kütle değişmez. Dalton kütlenin korunumunu bu şekilde açıklamaktadır. Diğer taraftan eğer bir elementin bütün atomları kütlece aynı ise (2. varsayım) ve bileşikte atomlar belirli sayısal oranlarda ise (3. varsayım) bir bileşiğin yüzde bileşimi tek bir değer olmalıdır ve bileşiğin nasıl sentez edildiğine bağlı olmamalıdır. O hâlde Dalton Atom Teorisi, Sabit Oranlar Kanunu'na da uygundur.

Dalton Atom Kuramı, Katlı Oranlar Kanunu'nu da açıklar. İki element aralarında birden fazla bileşik oluşturursa bu elementlerden herhangi birinin sabit kütlesiyle birleşen diğer elementin değişen kütleleri arasında basit ve tam sayılarla ifade edilen bir oran vardır. Bu basit orana, **Katlı Oranlar Kanunu** denir.

Karbon, oksijen ile CO ve CO_2 bileşiklerini oluşturur (Görsel 1.4). Bu iki bileşikte 12 g karbon ile birleşen oksijen kütleleri CO'te 16 g, CO_2'te 32 g'dır. CO ve CO_2 bileşiklerinde 12 g karbon ile birleşen (aynı miktar karbon) oksijenlerin kütleleri oranı $\frac{O_I}{O_{II}} = \frac{16}{32} = \frac{1}{2}$'dir.





Görsel 1.4: Karbon ve oksijen elementlerinden oluşan CO_2 ve CO molekülleri

O_I: birinci bileşikteki oksijen miktarı, O_{II}: ikinci bileşikteki oksijen miktarıdır.

Bileşik çiftlerindeki katlı oran aşağıdaki gibi de bulunabilir.

$$\begin{matrix} CO \\ CO_2 \end{matrix} \Rightarrow \frac{O_I}{O_{II}} = \frac{1}{2} \text{ veya } \frac{O_{II}}{O_I} = \frac{2}{1} \text{ dir.}$$

BİLGİ KUTUSU

*Bileşik formüllerinin en küçük tam sayılarla sadeleştirilmiş yazılış biçimine **basit formül** denir.*

Bileşik çiftlerinin Katlı Oranlar Kanunu'na uyabilmesi için

- Bileşikler iki elementten oluşmalı,
- Bileşiklerdeki element türleri aynı olmalı,
- Bileşiklerin basit formülleri aynı olmamalıdır (Bileşikler arasındaki katlı oran bir olamaz.).

ÖRNEK

I. $CuO - Cu_2O$

II. NaCl – KCl

III. $KMnO_4 - K_2MnO_4$

IV. $C_2H_4 - C_3H_6$

bileşik çiftlerinin hangileri Katlı Oranlar Kanunu'na uyar?

ÇÖZÜM

I. Bu bileşikler, aynı elementlerden oluşup basit formülleri farklı olduğundan Katlı Oranlar Kanunu'na uyar.

II. Bileşik çiftleri, farklı element türlerinden oluştuğu için Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

III. Bileşik çiftleri, üç tür element içerdiğinden Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

IV. Bileşik çiftlerinin basit formülleri aynı (CH_2) olduğundan Katlı Oranlar Kanunu'na uymaz.

1.5. ALIŞTIRMA

I. NH_3 bileşiğinde azotun kütlesinin oksijenin kütlesine oranı (m_N/m_O)

II. 40 g Ca ile 20 g O_2'nin tam verimli tepkimesinden 56 g CaO bileşiğinin oluşması (Ca:40, O:16)

III. NO ve NO_2 bileşiklerinde 7 g azotla birleşen oksijenlerin kütleleri arasındaki oranın 1/2 olması

Yukarıda verilen bilgiler kimyanın hangi temel kanunlarıyla açıklanır?

1.1 ETKİNLİK

Etkinliğin Adı: **Farklı Bileşiklerde Katlı Oranlar**

Etkinliğin Amacı: Aynı elementlerden oluşan farklı bileşiklerdeki katlı oranı bulmak
Etkinliğin Süresi: 20 dakika

Uygulama Aşamaları

1. Sabit Oranlar Kanunu'ndan yararlanarak aşağıdaki tabloda verilen bileşik çiftlerinde oksijen kütlelerini sabit alarak bileşiklerdeki diğer elementlerin kütlelerini bulunuz.
2. Bileşikler arasındaki diğer elementlerin katlı oranını bulunuz.
3. Bulduğunuz değerleri tabloya yazınız.

Bileşik	Bileşikteki Elementlerin Kütleleri	Oksijen Kütleleri Sabit Alındığında Diğer Elementlerin Kütleleri Arası Katlı Oran
NO NO_2	7 g N, 8 g O 7 g N, 16 g O	
H_2O H_2O_2	1 g H, 8 g O 1 g H, 16 g O	
SO_2 SO_3	8 g S, 8 g O 8 g S, 12 g O	
FeO Fe_2O_3	14 g Fe, 4 g O 14 g Fe, 6 g O	

Etkinliğin Değerlendirilmesi: Aynı elementlerden oluşan bileşik çiftlerinde, elementlerin birinin sabit kütlesi ile diğerinin değişen kütlesi arasında nasıl bir oran olduğunu yorumlayınız. Katlı Oranlar Kanunu, bileşiklerde hangi amaç için kullanılır?

ÖRNEK

4 g CH_4 bileşiğinde 3 g karbon, 5 g C_2H_6 bileşiğinde 4 g karbon vardır. Bu iki bileşikte aynı miktar karbonla birleşen hidrojenler arası katlı oran kaçtır?

ÇÖZÜM

		C	H	C	H
CH_4	4/	3	1	12	4
C_2H_6	3/	4	1	12	3

Karbon miktarları sabit alındığında hidrojenler arası katlı oran $H_I/H_{II} = 4/3$'tür.

ÖRNEK

	Azot miktarı (g)	Oksijen miktarı (g)
I. Bileşik	7	16
II. Bileşik	7	12

Yukarıda tabloda verilen azot ve oksijenden oluşan iki ayrı bileşikte, azot ve oksijen kütleleri veriliyor. Birinci bileşiğin formülü NO_2 ise ikinci bileşiğin formülü nedir?

ÇÖZÜM

I. yol: Birinci bileşik NO_2, ikinci bileşik N_aO_b olsun

I. Bileşik

$$\frac{m_N}{m_O} = \frac{N}{2.O}$$

$$\frac{7}{16} = \frac{N}{2.O}$$

$$\frac{N}{O} = \frac{7}{8}$$

II. Bileşik

$$\frac{m_N}{m_O} = \frac{a.N}{b.O}$$

$$\frac{7}{12} = \frac{a.7}{b.8}$$

$$\frac{7.8}{7.12} = \frac{a}{b}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{2}{3}$$ N_2O_3 olur.

II. yol: NO_2 ve N_aO_b bileşiklerinde

N için

7	1
7	a

a = 1

O için

16	2
12	b

$$b = \frac{24}{16} = \frac{3}{2} = 1{,}5$$

$N_1O_{1,5}$ bileşiği iki ile genişletildiğinde bileşiğin formülü N_2O_3 olur.

ÖRNEK

Fe_2O_3 ve Fe_3O_4 bileşiklerinde aynı miktar demir ile birleşen birinci bileşikteki oksijenin kütlesinin ikinci bileşikteki oksijenin kütlesine katlı oranı kaçtır?

ÇÖZÜM

Bileşiklerdeki demir miktarlarını sabit tutmak için birinci bileşik üç, ikinci bileşik iki ile çarpılır.

3 x (Fe_2O_3)   2 x (Fe_3O_4)

$$\frac{O_I}{O_{II}} = \frac{3.3}{2.4} = \frac{9}{8}$$ olur.

ÖRNEK

Kükürt ve oksijenden oluşan iki bileşikten, birincisinde %50 oksijen, ikincisinde ise %60 oksijen vardır. Bu iki bileşikte aynı miktar kükürtle birleşen oksijenler arasındaki katlı oran kaçtır?

ÇÖZÜM

		S	O
I. Bileşik	4 x	(%50	%50)
II. Bileşik	5 x	(%40	%60)

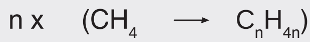
Kükürt miktarları sabit tutulduğunda $\frac{O_I}{O_{II}} = \frac{4.50}{5.60} = \frac{2}{3}$ olur.

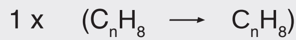
ÖRNEK

CH_4 ve C_nH_8 bileşiklerinde aynı miktar karbon ile birleşen hidrojen kütleleri arasındaki katlı oran $\frac{3}{2}$'dir. Buna göre n sayısı kaçtır?

ÇÖZÜM

Karbon miktarları sabit tutulursa


n x $(CH_4 \longrightarrow C_nH_{4n})$


1 x $(C_nH_8 \longrightarrow C_nH_8)$

$\frac{H_I}{H_{II}} = \frac{3}{2}$ olduğundan $\frac{4n}{8} = \frac{3}{2}$ $\Rightarrow$ n = 3'tür.

1.6. ALIŞTIRMA

Azot ve oksijenden oluşan iki bileşikten birincisinde azotun oksijene kütlece oranı 7/8 ve formülü NO'tir. İkinci bileşikte azotun oksijene kütlece birleşme oranı 7/16'dır. Buna göre ikinci bileşiğin basit formülü nedir?

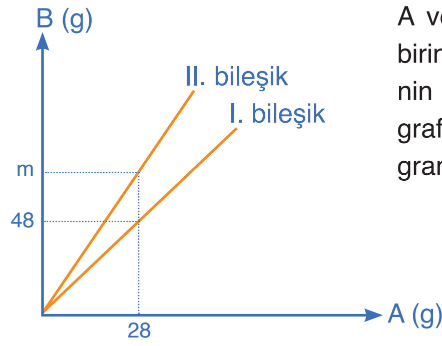
1.7. ALIŞTIRMA

CH_4 bileşiğinde kütlece %25 hidrojen vardır. Buna göre

a) C_2H_6 bileşiğinde kütlece % kaç karbon vardır?

b) 48 g karbon ile 24 g hidrojen tepkimeye girerek C_2H_6 bileşiğini oluşturduğunda hangi elementten kaç gram artar ve kaç gram C_2H_6 oluşur?

1.8. ALIŞTIRMA



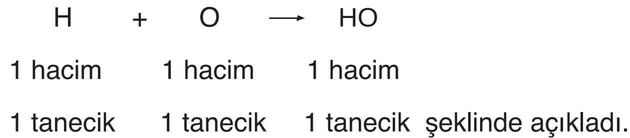
A ve B'den oluşmuş bileşiklerin birincisinin formülü A_2B_3 ikincisinin formülü AB_2 olduğuna göre grafikte verilen m değeri kaç gramdır?

IV. Sabit Hacim Oranları Kanunu

John Dalton, Dalton Atom Teorisi'ni ortaya sürerek kimya tarihinde bir çığır açmıştır. Dalton, atom modelini ortaya sürdükten sonra deneyler yaparak gaz davranışlarını incelemeye başladı. Aynı yıllarda başka bilim insanlarının da gazlarla ilgili çalışmaları olmuştur. 1787'de Fransız fizikçi Jacques Charles (Jak Çarls), sabit basınçtaki bir miktar gazın hacminin sıcaklıkla arttığını yaptığı deneylerle keşfetti. Gazların özellikleri aynı yıllarda Joseph Gay Lussac'ın da dikkatini çekmiştir. Gay Lussac (Görsel 1.5) gazlarla yapmış olduğu deney sonuçlarını 19. yüzyılın başlarında yayınladı. Gay Lussac, gazların birleşen hacimleri arasındaki oranın, gazların birleşen tanecik sayıları arasındaki oranı verdiğini ileri sürdü.


Görsel 1.5: J. Gay Lussac (Temsilî)

Gay Lussac'ın teorisi, Dalton tarafından kabul edilmedi. Dalton, elementlerin atomik yapıda bulanabileceğini, molekül hâlinde olamayacağını düşünüyordu. Dalton suyun oluşumunu



şeklinde açıkladı.

Dalton, açıklamalarını deneysel verilerle ispatlayamadı. İtalyan bilim insanı Amedeo Avogadro (Amedeo Avogadro), Dalton ve Gay Lussac'ın kanunlarından yola çıkarak gazlarla ilgili yaptığı deney sonuçlarını açıkladı. Avogadro, gaz hâlindeki elementlerin bazılarının molekül, bazılarının da elementel yapıda olabileceğini söyledi ve Avogadro hipotezini ileri sürdü. **Avogadro Hipotezi'ne** göre, aynı sıcaklık ve basınçta, gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda atom ya da molekül bulunur. Avogadro ile birlikte ilk kez molekül kavramı kimya bilimine girmiş oldu.

Avogadro Hipotezi'nden sonra Gay Lussac'ın "Sabit sıcaklık ve basınçta gazların birleşen hacim oranları, tanecik sayıları oranına eşittir." ifadesi doğrulanmıştır.

Sabit sıcaklık ve basınçta gerçekleşen kimyasal reaksiyonlarda, tepkimeye giren ve tepkimeden çıkan gazların hacimleri arasında belirli ve sabit bir oran bulunur. Bu orana **Sabit Hacim Oranları Kanunu** denir.

BİLGİ KUTUSU

Sabit Hacim Oranları Kanunu tepkimelerdeki gazlar için geçerlidir, katı ve sıvılar için geçerli değildir.



$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$ tepkimesinde

2 hacim	1 hacim	2 hacim
2 tanecik	1 tanecik	2 tanecik oranları vardır.



$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$ tepkimesinde

1 hacim	1 hacim	2 hacim
1 tanecik	1 tanecik	2 tanecik oranları vardır.



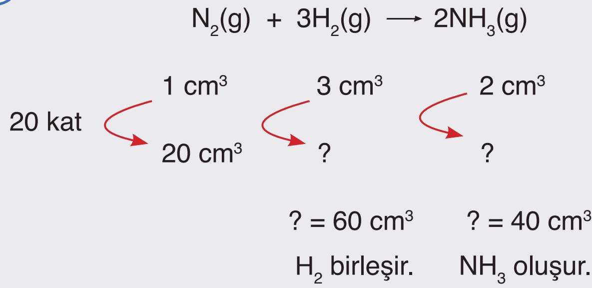
$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesinde

1 hacim	3 hacim	2 hacim
1 tanecik	3 tanecik	2 tanecik oranları vardır.

ÖRNEK

$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesine göre sabit sıcaklık ve basınçta 20 cm^3 N_2 gazı ile kaç cm^3 H_2 gazı birleşir? Kaç cm^3 NH_3 gazı oluşur?

ÇÖZÜM



ÖRNEK

$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(s)$ tepkimesine göre aynı sıcaklık ve basınçta 60 litre C_2H_4 gazıyla 120 litre O_2 gazı tepkimeye girerse en fazla kaç litre CO_2 gazı oluşur? Hangi gazdan kaç litre artar?

ÇÖZÜM

	$C_2H_4(g)$	$+ 3O_2(g) \longrightarrow$	$2CO_2(g)$	$+ 2H_2O(s)$
Başlangıç :	60 L	120 L	-	-
Değişim :	- 40 L	-120 L	+ 80 L	
Sonuç :	20 L	0	+ 80 L	

C_2H_4 gazının tamamının O_2 ile tepkimeye girmesi için yeterli O_2 gazı olmadığından hesaplamalar O_2 hacmine göre yapılır. C_2H_4 ve O_2 arasındaki sabit hacim oranı 1/3'tür. 120 L O_2'nin tamamını harcamak için 120/3 = 40 L C_2H_4 harcanır. 20 L C_2H_4 gazı artar. 2.40 = 80 L CO_2 gazı oluşur.

1.9. ALIŞTIRMA

$N_2(g)$ + $3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesine göre aynı sıcaklık ve basınç altında 40 L NH_3 gazı elde etmek için eşit hacimde N_2 ve H_2 gazları kullanılıyor. Tepkime sonunda hangi gazdan kaç litre artar? Başlangıç gaz karışımı kaç litredir?

1.10. ALIŞTIRMA

Aynı sıcaklık ve basınç altında 30 L X_2 gazı ile 30 L Y_2 gazı tepkimeye girdiklerinde 20 L Z gazı oluşurken 10 L X_2 gazı artıyor. Tepkimede oluşan Z gazının formülü nedir?

1.1

UYGULAMA SORULARI

1) $4NH_3(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ tepkimesine göre 160 g NH_3 ile 160 g O_2'nin tepkimesinde girenlerden biri tükendiğinde toplam 228 g ürün oluşur. Buna göre reaksiyona giren maddelerin hangisinden kaç gram artar? (H:1, N:14, O:16)

2) XY_3 bileşiğinde kütlece birleşme oranı $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{14}{3}$'tür.

6,4 g X_2Y_4 bileşiği elde etmek için kaç gram X ve Y elementi harcanır?

3) $4NH_3(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ tepkimesine göre 200 L NH_3 ve O_2 gazları karışımının tepkimesinden NH_3 gazının tamamı harcandığında 120 L $H_2O(g)$ elde ediliyor. Buna göre tepkime sonunda:

a) Kaç litre O_2 gazı artar?

b) Kaç litre NO gazı oluşur?

4) Eşit kütlede oksijen atomu içeren XO ve X_2O bileşikleri karışımında toplam 64 g oksijen atomu bulunmaktadır. X_2O bileşiğinde kütlece birleşme oranı $\frac{m_X}{m_O} = \frac{15}{2}$ olduğuna göre karışımda kaç gram XO ile X_2O vardır? (O:16)

b) Demir(II) Sülfür Bileşiğinin Elde Edilmesi

1.2 ETKİNLİK

Etkinliğin Adı: Demir(II) Sülfür Bileşiğinin Elde Edilmesi







Etkinliğin Amacı: Kimyasal tepkimelerde kütlenin korunduğunu ve elementlerin sabit kütle oranında birleştiğini kavramak

Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- Demir tozu
- Kükürt tozu
- Bunzen beki
- Terazi
- Sacayak
- 3 adet porselen kröze

Uygulama Aşamaları

1. Aşağıdaki tabloda verilen miktarlardaki demir tozu ve kükürt tozunu tartarak karıştırınız. Elde edilen karışımları üç ayrı krözeye koyunuz.
2. Sırasıyla krözelere koyduğunuz demir ve kükürt karışımını bunzen bekinde ısıtarak değişimleri gözlemleyiniz.
3. Deney sırasında bu karışımları ara ara karıştırınız.
4. Maddelerdeki değişiklikler tamamlanıncaya kadar ısıtmaya devam ediniz.
5. Krözeleri soğuduktan sonra tekrar tartarak bulduğunuz değerleri tabloya yazınız.

Deney sırası	Fe Kütlesi (g)	S Kütlesi (g)	FeS Kütlesi (g)
1	7	4	
2	14	8	
3	21	12	



Etkinliğin Değerlendirilmesi: Tablodaki verileri tamamladıktan sonra Fe ve S elementleri ile FeS bileşiğinin kütlesi arasında nasıl bir oran olduğunu belirleyiniz. Bileşiği oluşturan elementlerin kütlece yüzdelerini hesaplayınız.
Sabit Oranlar Kanunu ile Kütlenin Korunumu Kanunu'nun nasıl açıklandığını belirtiniz.

2.
B Ö L Ü M

MOL KAVRAMI

- *Mol kavramına ihtiyaç duyulmasının sebebi nedir?*
- *Günlük hayatta mol kavramı kullanılır mı?*

1.2.1. Mol Kavramı

Bilinen tüm maddeler atomlardan oluşur. Her element atomunun kütlesi içerdiği proton, nötron ve elektron sayısına bağlı olarak değişir.

Atomlar, çok küçük tanecikler olduğundan bir tane atomun kütlesi mutlak olarak tartılamaz. Örneğin göze kaçabilen çok küçük bir toz parçacığı bile yaklaşık olarak 10^{16} tane atom içerir. Bu kadar küçük taneciğin (atomun) kütlesini ölçebilecek hassas bir ölçü birimi yoktur. Bilinen atom kütleleri, referans olarak seçilen bir atoma göre kıyaslama yapılarak belirlenir. Belirli sayıda bir çokluğu belirtmek için eskiden beri birimler kullanılır. Örneğin 2 taneye çift, 10 taneye deste, 12 taneye düzine, 144 parçaya gross denir.

Sayılması zor olan ya da sayılamayan nicelikler bir birimle ifade edilir. Örneğin raptiyeyi kutuyla, şeker ve unu kilo ile, çimentoyu torba ile alırız. Bir torba çimento içerisinde sayılamayacak kadar çimento vardır. Atom ve moleküller çok küçük olduklarından sayılamazlar. Bu yüzden atom ve molekül gibi küçük taneciklerin sayısını ve miktarını belirtmek için mol kullanılır.

BİLGİ KUTUSU



1 mol su miktarı 18 g'dır.

BİLGİ KUTUSU

Avogadro sayısı kadar (N_A = 6,022x10^{23} tane) taneciğe 1 mol denir.



Her yılın 10. ayının 23. günü Mol Günü olarak kutlanır.

a) Mol Kavramı ve Tarihçesi

Kimyacılar Dalton'dan başlayarak bağıl sayıları kullanmanın önemini kavramaya başladılar. Örneğin bir NH_3 molekülü oluşurken bir tane azot, üç tane hidrojen atomu birleşir ifadesini kullandılar. Benzer şekilde kimyacılar, atom ve moleküllerin miktarını belirtmek için mol kavramını kullandılar. Gram olarak bağıl atom kütlesi kadar elementi 1 mol olarak tanımladılar. 12 gram karbon-12 izotopunun içerdiği atom sayısı uluslararası birim (SI) sistemine göre 1 moldür.

1 mol karbon atomu:	12 gram karbon atomu = 6,022.10^{23} tane karbon atomu içerir.
1 mol oksijen atomu:	16 gram oksijen atomu = 6,022.10^{23} tane oksijen atomu içerir.
1 mol demir atomu:	56 gram demir atomu = 6,022.10^{23} tane demir atomu içerir.
1 mol su molekülü:	18 gram su molekülü = 6,022.10^{23} tane su molekülü içerir.

12 gram karbon-12 izotopunun içerdiği atom sayısı 6,022.10^{23} tane karbon atomudur. Bu sayıya **Avogadro sayısı** denir. Avogadro sayısı N_A ile gösterilir.

12 gram karbon-12 izotopunda bulunan gerçek atom sayısını deneysel olarak tespit edilmiştir. Tek bir atomun gram olarak kütlesi, kütle spektrometresi ile bulunabilir. Bazı elementlerin kütle spektrometresinde ölçülmüş tek atom kütleleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2: Bazı Atomların Mol Kütlesi, Kütle Spektrometresinde Ölçülen Gerçek Atom Kütleleri ve Mol Kütlesi / Gerçek Atom Kütlesi Oranları

Element Sembolü	Mol Kütlesi (g/mol)	Gerçek Atom Kütlesi (gram)	Mol Kütlesi/ Gerçek Atomun Kütlesi
C	12,000	$1,9926.10^{-23}$	$6,02.10^{23}$
Ba	137,330	$22,81.10^{-23}$	$6,02.10^{23}$
K	39,098	$6,494.10^{-23}$	$6,02.10^{23}$

Tablo 1.2'deki gibi bir atomun mol kütlesinin tek atomun kütlesine bölümü, içerdiği atom sayısına eşittir. Karbon-12 atomunun kütle spektrometresinde ölçülen kütlesi $1,9926.10^{-23}$ gramdır. 12 gram karbon-12 izotopundaki atom sayısı;

$$\text{Atom sayısı} = \frac{\text{mol kütlesi}}{\text{tek atomun kütlesi}} = \frac{12}{1,9926.10^{-23}} = 6,022.10^{23} \text{ tane}$$

karbon atomudur.

b) Bağıl Atom Kütlesi

Bir tane atomun kütlesi mutlak olarak ölçülemediğinden bir atomun referans olarak seçilen başka bir atomun kütlesinden kaç kat ağır olduğunu gösteren sayıya **bağıl atom kütlesi** denir. Bağıl atom kütlesi, ilk olarak en basit ve en küçük atom olan hidrojene göre hesaplanmıştır. Hidrojenin atom kütlesi 1 olarak kabul edilmiş ve diğer atomlarla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar, atom kütlesi hesaplanacak elementle hidrojenin hangi oranda bileşik oluşturduğu incelenerek yapılmıştır. Hidrojen, o elementle bileşik oluşturmuyorsa atom kütlesi bilinen başka bir elementle karşılaştırma yapılmıştır. Diğer elementlerin kütleleri genelde tam sayı değerini alır (Tablo 1.3).

BİLGİ KUTUSU

İzotopların kütleleri kütle spektrometresi ile ölçülür. Gaz hâlindeki bir örnek, elektron bombardımanı ile iyon hâline getirilir. Oluşan pozitif yüklü iyonlar elektrik ve manyetik alanlar yardımıyla ayrılır. Ayrılan iyonlar spektrometreye gönderilir, spektrometre cihazı bu iyonların varlığını ve miktarını saptar.

Tablo 1.3: Hidrojenli Bileşiklerde 1 Gram Hidrojenle Birleşen Diğer Elementlerin ve Bileşiğin Kütleleri

Bileşik	H'nin Kütlesi (g)	Bileşiğin Kütlesi (g)	Diğer Elementin Kütlesi (g)
HF	1	20	19
H_2O	1	9	8
HCl	1	36,5	35,5
H_2S	1	17	16

Tablo 1.3 incelendiğinde hidrojenle birleşen diğer element kütleleri genellikle tam sayı değerini almasına rağmen bazıları kesirli bir sayı değeri alır. Örneğin H_2O bileşiğinde 1 gram hidrojenle birleşen oksijenin gram miktarı, hidrojenin gram miktarının 8 katıdır. HCl bileşiğinde ise 1 gram hidrojenle birleşen klorun gram miktarı, hidrojenin gram miktarının 35,5 katıdır. 19. yüzyılda bilim insanları, atomların kütlelerini hidrojene göre bağıl hesaplandığında atom kütlelerinin kesirli olmasının deney hatalarından kaynaklandığını sandılar. Daha sonra atom kütleleri oksijene göre bağıl hesaplanmıştır. Kimyacılar doğal oksijen atomunun atom kütlesini 16,0000 U, fizikçiler ise 16,0044 U olarak almışlardır. Ancak izotop atomların keşfinden sonra O-16 ve O-17 izotoplarının varlığı, atom kütlelerinin oksijene göre belirlenmesinde karışıklığa sebep olduğundan atomların kütlelerini ölçmek için yeni bir referans atoma ihtiyaç duyulmuştur.

BİLGİ KUTUSU

Atom kütlesini belirten SI simgesi olan U, İngilizce Unified (yunifayd) birleşmiş anlamına gelen sözcüğün baş harfidir.

1961 yılında Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği'nin (IUPAC) aldığı kararla karbon-12 izotopu referans atom kabul edildi. Karbon-12 izotopunun atom kütlesi 12,0000 kabul edilerek diğer atomların atom kütleleri bağıl olarak hesaplandı.

^{12}C atomunun çekirdeğinde 6 proton ve 6 nötron bulunur. Atom kütlelerinin birimi, atomik kütle birimi (akb) cinsinden belirlenir. Karbon-12'nin atom kütlesi 12 alındığında bir tane C-12 izotopunun kütlesinin 1/12'sine **1 atomik kütle birimi (akb)** denir.

BİLGİ KUTUSU

Atom kütlelerinin hesaplanmasında karbon 12'nin birim olarak seçilmesinin nedeni, diğer element atomlarına göre karbonun daha kararlı olması ve kütle spektrometresinde kütlesinin kolay ölçülmesidir.

$$1 \text{ akb} = \frac{1}{6{,}02.10^{23}} \text{ g} = \frac{1}{N_A} \text{ g} = 1{,}661.10^{-24} \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 6{,}02.10^{23} \text{ akb} = N_A \text{ akb'dir.}$$

veya

$6{,}02.10^{23}$ tane C atomu	12 g
1 tane C atomu	?

$$? = \frac{12}{6{,}02.10^{23}} = \frac{12}{N_A} \text{ g}$$

1 akb 1 tane C-12'nin kütlesinin 1/12'si olduğuna göre

$$1 \text{akb} = \frac{12}{N_A} \cdot \frac{1}{12} = \frac{1}{N_A} \text{ g'dır.}$$

Atom kütlesinin birimi; U, Dalton (Da) ve atomik kütle birimi (akb)'dir. Atomların kütleleri birimsiz de verilebilir.

Örneğin karbonun atom kütlesi C:12 Da, C:12 akb, C:12 şeklinde ifade edilir.

$$1 \text{ tane C atomu} = 12 \text{ akb} = \frac{12}{N_A} \text{ g'dır.}$$

$$1 \text{ tane H atomu} = 1 \text{ akb} = \frac{1}{N_A} \text{ g'dır.}$$

Molekül Kütlesi ve Mol Kütlesi

12 gram saf C-12'nin içerdiği atom sayısı kadar taneciğin miktarı 1 mol olarak belirtilmişti. Tanımda atom taneciği ifadesi geçse de tanecik ifadesiyle yalnızca atomlar kastedilmez. 1 mol atom, Avogadro sayısı ($6,022.10^{23}$) kadar atomun kütlesine eşittir. 1 mol bileşik, Avogadro sayısı kadar formül birimi ya da molekül içeren bileşik miktarıdır. Molekül yapısındaki 1 mol molekülün ya da iyonik bileşiğin 1 mol formülünün kütlesine **mol kütlesi** denir. Mol kütlesinin birimi g/mol'dür.

Molekül kütlesi ise bir tane molekülün akb olarak değeridir. Bir molekülün molekül kütlesi Avogadro sayısı ile çarpılırsa mol kütlesi elde edilir.

Örneğin H:1, C:12, O:16, Fe:56 atom kütleleri verildiğine göre

1 mol C atomu = 12 g = $6,02.10^{23}$ tane C atomu = $12.N_A$ akb

1 mol O atomu = 16 g = $6,02.10^{23}$ tane O atomu = $16.N_A$ akb

1 mol Fe atomu = 56 g = $6,02.10^{23}$ tane Fe atomu = $56.N_A$ akb'dir.

1 tane C atomu = 12 akb = $\frac{12}{N_A}$ g

1 tane O atomu = 16 akb = $\frac{16}{N_A}$ g

1 tane Fe atomu = 56 akb = $\frac{56}{N_A}$ g'dır.

Yukarıda verilen örneklerde karbon atomunun atom kütlesi 12 akb, karbon atomunun mol kütlesi 12 g/mol'dür.

Örneğin H_2O molekülünün mol kütlesi

H_2O: 2.1 g/mol +1.16 g/mol = 18 g/mol'dür.

H_2O molekülünün molekül kütlesi;

H_2O: 2.1 akb + 1.16 akb = 18 akb

H_2O'un mol kütlesinin sayısal değeri molekül kütlesine eşittir.

H_2O'un molekül kütlesi 18 akb

H_2O'un mol kütlesi 18 g/mol'dür.

Bir bileşiğin bir tane molekülünün veya 1 molünün ne içerdiği bilinirse mol hesaplamalarını kavramada kolaylık sağlanır.

Örneğin 1 tane H_2O molekülü = 18 akb = $\frac{18}{N_A}$ g'dır.

1 tane H_2O molekülü 2 tane H atomu ve 1 tane O atomu içerir.

1 tane H_2O molekülü 2 akb H atomu ve 16 akb O atomu içerir.

1 mol H_2O molekülü = 18 g = $6,02.10^{23}$ tane H_2O molekülü = $18.N_A$ akb'dir.

1 mol H_2O molekülü = 2 g H atomu = $2.N_A$ tane H atomu içerir.

1 mol H_2O molekülü = 16 g O atomu = N_A tane O atomu içerir.

BİLGİ KUTUSU

Molekül kütlesi ve mol kütlesi terimlerinin söylenişleri birbirine yakın gibi gözükse de bunlar birbirinden çok farklı anlamlarda kullanılır. Molekül kütlesi, bir molekülün kütlesidir ve akb ile ifade edilir. Mol kütlesi ise molekül kütlesinin Avogadro sayısı ile çarpılmasından elde edilir ve g/mol olarak verilir. Molekül kütlesi ve mol kütlesi aynı sayısal değerlere sahiptir ancak farklı birimde ifade edilir.

BİLGİ KUTUSU

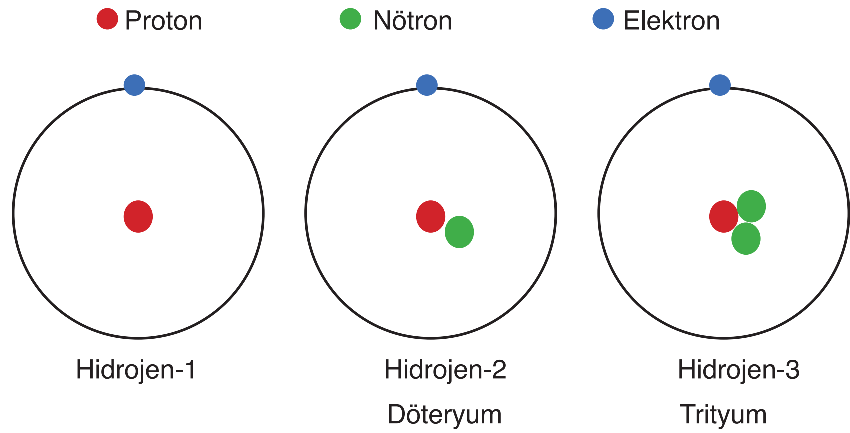
Uluslararası kabullere göre atom kütlesine bazen atom ağırlığı, aynı şekilde molekül kütlesine de molekül ağırlığı denilmektedir.

c) İzotop Kavramı ve Bazı Elementlerin Mol Kütlelerinin Tam Sayı Çıkmayışının Nedeni

Atom numaraları aynı kütle numarası farklı olan atomlara **izotop atomlar** denir. İzotop atomların kütle numaralarının farklı olmasının sebebi nötron sayılarının farklı olmasıdır. Hidrojen (Görsel 1.6) ve karbon elementlerinin izotopları aşağıda gösterilmiştir.

Hidrojenin İzotopları

$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$ ($^{2}_{1}D$)	$^{3}_{1}H$ ($^{3}_{1}T$)
Hidrojen	Döteryum	Trityum



Görsel 1.6: Hidrojenin izotopları

Karbonun İzotopları

$^{12}_{6}C$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{6}C$
Karbon-12	Karbon-13	Karbon-14

Atomların kimyasal özellikleri proton ve elektron sayısına bağlıdır. Bir atomun elektron sayısı değiştiğinde kimyasal özellikleri de değişir. Nötronların kimyasal özelliğe etkisi azdır. Nötronlar bir atomun fiziksel özelliklerini belirler. Bu nedenle izotop atomların kimyasal özellikleri aynı, fiziksel özellikleri farklıdır.

Elektron sayıları farklı olan izotopların fiziksel ve kimyasal özellikleri de farklıdır.

$^{35}_{17}Cl^{-}$, $^{37}_{17}Cl$ izotopları için

- Fiziksel özellikleri farklıdır.
- Elektron sayıları farklı olduğundan kimyasal özellikleri farklıdır.

Tablo 1.4: Hidrojenin İzotopları

İzotop	Hidrojen	Döteryum	Trityum
Sembol	${}^{1}_{1}H$	${}^{2}_{1}H$	${}^{3}_{1}H$
Nötron sayısı	0	1	2
Kütle numarası	1	2	3
Doğada bolluk yüzdesi	99,984	0,015	Çok az

Tablo 1.4'te görüldüğü gibi doğada bolluk yüzdesi en fazla olan izotop hidrojen, en az olan ise trityumdur. Bunun nedeni trityumun kararsız bir atom çekirdeğine sahip olmasıdır. Hidrojen ve döteryum kararlı izotop olmasına rağmen trityum kararsız olup radyoaktif bir izotoptur.

Döteryum izotopunun oksijenle yaptığı oksit bileşiği döteryum oksittir (D_2O). Döteryum oksit, ağır su olarak bilinir.

Her elementin doğada sınırlı sayıda izotopları vardır. İngiliz F. W. Aston (F. W. Astın) 1920'de ilk kütle spektrometresini geliştirmiştir. Bu cihaz, günümüzdeki cihazlardan daha az duyarlı olmasına rağmen neon (Ne) atomunun izotopları için kesin sonuç vermiştir. Ne-20 için atom kütlesi 19,9924 akb ve doğadaki izotop bolluğu %90,92, Ne-22 için atom kütlesi 21,9991 akb ve doğadaki izotop bolluğu %8,82 olarak keşfedildi. Günümüzde daha duyarlı kütle spektrometre cihazlarının geliştirilmesiyle Ne'un doğadaki izotopları saptanmıştır. Bunlardan ilkinin atom kütlesi 19,9924 akb, doğadaki bolluğu %90,48; ikincinin atom kütlesi 21,9914 akb, doğadaki bolluğu %9,25; üçüncünün ise atom kütlesi 20,9938 akb, doğadaki bolluğu %0,27'dir.

Verilen örnek hassas ölçümün (duyarlılığın) kimya gibi nicel bilimlerde ne kadar önemli olduğunu gösterir. İlk kütle spektrometre cihazlarında Ne-21 izotopunun varlığı %0,27 gibi az bir oran olduğundan ölçülememiş, varlığı da tespit edilememiştir.

BİLGİ KUTUSU

Atom çekirdeği kararsız olan izotopların kendiliğinden ışın yayması olayına ***radyoaktiflik*** *denir.*

Tablo 1.5: Bazı İzotop Atomların Atom Kütleleri

İzotop atomlar	Atom kütlesi (akb)
Karbon-12	12,0000
Azot-15	15,0001
Oksijen-16	15,9949
Cıva-202	201,9706



Görsel 1.7: Oksijen atomunun ortalama atom kütlesi

Tablo 1.5 incelendiğinde karbon dışındaki elementlerin atom kütlelerinin kesirli sayılardan oluştuğu görülür. Kütle numaraları tam sayı olmasına karşın karbon-12 dışındaki atomların kütleleri tamsayı değildir. Örneğin oksijen-16'nın kütlesi 16 akb değil, ona çok yakın bir sayıdır. Kütle spektrumlarında, oksijen-16 izotopunun karbon-12 izotopuna kütle oranı 1,3329 olarak bulunur. 1,3329.12 akb = 15,9948 akb'dir (Görsel 1.7). Bu nedenle oksijen-16 izotopunun kütlesi 16 akb olarak alınabilir.

Elementlerin doğada birden çok izotopu olduğu için doğada bolluk yüzdelerinden ve atom kütlelerinden yararlanarak ortalama atom kütleleri (OAK) hesaplanır.

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{\text{izotop (1)'in atom kütlesi x \% Bolluk + izotop (2)'in atom kütlesi x \% Bolluk +.....}}{100}$$

ÖRNEK

Karbonun ortalama atom kütlesi 12,0111 akb'dir (Görsel 1.8). Karbonun doğada bulunan izotopları C-12 ve C-13'ün atom kütleleri sırasıyla 12,0000 akb ve 13,0033 akb'dir. Bu verilere göre iki izotoptan hangisinin bolluk yüzdesi daha fazladır?

ÇÖZÜM

C-12 izotopunun atom kütlesi 12,0000, ortalama atom kütlesi 12,0111'e daha yakın olduğundan doğadaki bolluk yüzdesi daha fazladır.



Görsel 1.8: Karbon atomunun ortalama atom kütlesi

ÖRNEK

${}^{35}_{17}Cl$ izotopunun atom kütlesi 34,9688 akb, doğada bolluk yüzdesi %75,77; ${}^{37}_{17}Cl$ izotopunun atom kütlesi 36,9659 akb, doğada bolluk yüzdesi %24,23 olduğuna göre Cl atomunun ortalama atom kütlesi kaç akb'dir?

ÇÖZÜM

$$OAK = \frac{\text{izotop (1)'in atom kütlesi x \% Bolluk + izotop (2)'in atom kütlesi x \% Bolluk +.....}}{100}$$

$$OAK = \frac{34,9688.75,77 + 36,9659.24,23}{100} = 35,4527 \text{ akb}$$

OAK ≅ 35,5 akb'dir.

Elementlerin atom kütlelerinin tam sayı çıkmayışının nedeni, her bir izotopun atom kütlesinin kesirli bir sayı olması ve doğada bolluk yüzdelerinin farklı olmasıdır.

BİLGİ KUTUSU

Bağıl atom kütlesi, bir elementin akb cinsinden ortalama atom kütlesini belirler. Bu sayı doğal izotopların ortalama atom kütlesini de belirttiğinden kesirlidir. Mol işlemlerinde kolaylık olması amacıyla tam sayı alınır.

ÖRNEK

${}^{87}Rb$ izotopunun atom kütlesi 86,909 akb, doğada bolluk yüzdesi %27,83; ${}^{85}Rb$ izotopunun atom kütlesi 84,912 akb, doğada bolluk yüzdesi %72,17 olduğuna göre Rubidyum atomunun ortalama atom kütlesi kaç akb'dir?

ÇÖZÜM

$$OAK = \frac{\text{izotop (1)'in atom kütlesi x \% Bolluk + izotop (2)'in atom kütlesi x \% Bolluk +.....}}{100}$$

$$OAK = \frac{86,909.27,83 + 84,912.72,17}{100} = 85,4677 \text{ akb}$$

ÖRNEK

Potasyum (K) elementinin doğada bulunan izotopları $^{37}_{19}K$ ve $^{40}_{19}K$'dır. Bu elementin ortalama atom kütlesi 39,1 olduğuna göre ^{40}K izotopunun doğadaki bolluk yüzdesi kaçtır? (K-37 ve K-40'ın atom kütleleri sırasıyla 37 ve 40 akb'dir.)

ÇÖZÜM

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{\text{izotop (1)'in atom kütlesi x \%Bolluk + izotop (2)'in atom kütlesi x \% Bolluk +.....}}{100}$$

$$39{,}1 = \frac{37.(100\text{-}x) + 40.x}{100}$$

^{40}K doğada bolluk yüzdesi x

^{37}K doğada bolluk yüzdesi 100 -x

3910 = 3700 – 37x + 40x
3x = 210
x = 70

^{40}K izotopunun doğada bolluk yüzdesi %70'tir.

1.11. ALIŞTIRMA

Bakır elementinin kararlı izotoplarının bolluk yüzdeleri ^{63}Cu %69,09 ve ^{65}Cu %30,91'dir. Atom kütleleri ise sırasıyla 62,9500 akb ve 64,9278 akb'dir. Bu bilgilere göre bakır atomunun ortalama atom kütlesi kaç akb'dir?

1.12. ALIŞTIRMA

Bromun iki doğal izotopu vardır. Bunlardan biri olan ^{79}Br'un kütlesi 78,92 akb ve doğada bolluk yüzdesi %50,69'dur. Bu elementin ortalama atom kütlesi 79,90 akb olduğuna göre ^{81}Br izotopunun atom kütlesi ve doğada bolluk yüzdesi nedir?

1.13. ALIŞTIRMA

Bor elementinin iki doğal izotopu olan ^{10}B ve ^{11}B'in doğada bolluk yüzdeleri nelerdir? (İzotopların atom kütleleri sırasıyla 10,013 akb ve 11,010 akb, ortalama atom kütlesi 10,812 akb'dir.)

ç) Mol Hesaplamaları

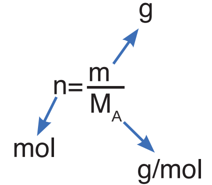
Bir mol, Avogadro sayısı kadar taneciğin miktarını (kütle, tane, gazlar için hacim) ifade ettiği için kimyada madde miktarı mol cinsinden verilir. Mol, kimyada en çok kullanılan birim sistemidir. Kimyasal hesaplamalarda verilen madde miktarları mol birimine dönüştürüldüğünde stokiyometrik işlemler mol türünden yapıldığı için kimyasal hesaplamalara mol hesaplamaları denir. Bir maddenin verilen miktarı mol cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanır.

BİLGİ KUTUSU

Kimyasal tepkimelerde madde ve enerji denkliğini matematiksel işlemlerle inceleyen bilim dalına ***Stokiyometri*** denir.

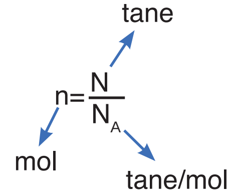
1 Kütlesi verilen maddenin mol sayısı

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Verilen madde miktarı}}{\text{Mol kütlesi}}$$



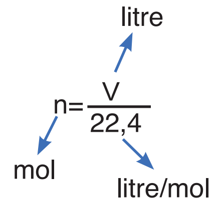
2 Tanecik sayısı verilen maddenin mol sayısı

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Verilen tanecik sayısı}}{\text{Avogadro sayısı}}$$



3 Normal Şartlar Altında (0 °C, 1 atm) verilen maddenin mol sayısı

$$\text{Mol sayısı} = \frac{\text{Verilen hacim}}{22{,}4}$$



Normal Şartlar Altında (NŞA) bütün gazların 1 molleri 22,4 L hacim kaplar.

1 mol H_2 gazı = 2 g = $6{,}022.10^{23}$ tane H_2 molekülü = NŞA 22,4 L hacim kaplar.

1 mol O_2 gazı = 32 g = $6{,}022.10^{23}$ tane O_2 molekülü = NŞA 22,4 L hacim kaplar.

ÖRNEK

80 gram Ca

a) Kaç moldür?

b) Kaç tane atom içerir? (Ca: 40)

ÇÖZÜM

I. Yol

a) m = 80 g $\quad M_A = 40$ g/mol $\Rightarrow n = \frac{m}{M_A} \qquad n = \frac{80}{40} = 2$ mol

b) n = 2 mol $\quad N_A = 6{,}02.10^{23} \Rightarrow N = n.N_A$

$N = 2.6{,}02.10^{23} = 1{,}204.10^{24}$ tane Ca atom

II. Yol

a) 1 mol Ca atomu 40 g ise
? 80 g

$? = \frac{80.1}{40} = 2$ mol

b) 1 mol Ca atomu $6{,}02.10^{23}$ tane ise
2 mol Ca atomu ?

$? = \frac{2.6{,}02.10^{23}}{1} = 1{,}204.10^{24}$ tane Ca atomu

ÖRNEK

9 gram C_2H_6 molekülü (gazı)
a) Kaç moldür?
b) Kaç tane molekül içerir?
c) Kaç mol karbon atomu içerir?
ç) Kaç tane hidrojen atomu içerir?
d) Normal şartlar altında kaç litre hacim kaplar? (C: 12, H: 1)

ÇÖZÜM

C_2H_6'nın mol kütlesi $(M_A) = 2.12 + 6.1 = 30$ g/mol

a) 30 gram C_2H_6 1 mol ise
9 gram C_2H_6 ?

$? = \frac{9.1}{30} = 0{,}3$ mol C_2H_6

b) 1 mol C_2H_6 N_A tane ise
0,3 mol C_2H_6 ?

$? = \frac{0{,}3.N_A}{1} = 0{,}3.N_A$ tane C_2H_6

c) 1 mol C_2H_6 molekülünde 2 mol C atomu varsa
0,3 mol C_2H_6 molekülünde ?

$? = \frac{0{,}3.2}{1} = 0{,}6$ mol C atomu

ç) 1 mol C_2H_6 molekülünde $6N_A$ tane H atomu varsa
0,3 mol C_2H_6 molekülünde ?

$? = \frac{0{,}3.6N_A}{1} = 1{,}8N_A$ tane H atomu

d) 1 mol C_2H_6 gazı 22,4 litre ise
0,3 mol C_2H_6 gazı ?

$? = \frac{0{,}3.22{,}4}{1} = 6{,}72$ litre C_2H_6

ÖRNEK

$2{,}408.10^{23}$ tane CO_2 molekülü

a) Toplam kaç tane atom içerir?

b) Kaç gramdır? (C:12, O:16, N_A: $6{,}02.10^{23}$)

ÇÖZÜM

a) $n = \dfrac{2{,}408.10^{23}}{6{,}02.10^{23}} = 0{,}4$ mol CO_2

1 mol CO_2'de 3N_A tane atom varsa

0,4 mol CO_2'de ?

$? = \dfrac{0{,}4.3N_A}{1} = 1{,}2\ N_A$ tane atom içerir.

b) CO_2'nin mol kütlesi = 1.12 + 2.16 = 44 g/mol

1 mol CO_2 44 g ise

0,4 mol CO_2 ?

$? = \dfrac{0{,}4.44}{1} = 17{,}6$ g'dır.

ÖRNEK

4 tane karbon atomunun kütlesi kaç akb ve kaç gram eder? (C:12)

ÇÖZÜM

1 C atomu 12 akb ise 4 C atomu 4.12 = 48 akb'dir.

1 akb $= \dfrac{1}{N_A}$ g ise 48 akb $= \dfrac{48}{N_A}$ g olur.

ÖRNEK

1,6 mol H atomu içeren C_3H_8 gazı kaç gramdır? (C:12, H:1)

ÇÖZÜM

1 mol C_3H_8 gazı 8 mol H atomu içerdiğine göre

? 1,6 mol H atomu içerir.

$? = \dfrac{1{,}6}{8} = 0{,}2$ mol C_3H_8

$M_{A(C_3H_8)} = 3.12 + 8.1 = 44$ g/mol $\Rightarrow n = \dfrac{m}{M_A}$ $\quad 0{,}2 = \dfrac{m}{44} \Rightarrow m = 8{,}8$ g'dır.

ÖRNEK

6,4 g CH_4 molekülünün içerdiği atom sayısı kadar atom içeren NH_3 molekülü kaç akb'dir? (H:1, C:12, N:14)

ÇÖZÜM

CH_4 ve NH_3'ın molekül kütlesi

$CH_4 = 1.12 + 4.1 = 16$ g/mol

$NH_3 = 1.14 + 3.1 = 17$ g/mol

$n = \frac{6,4}{16} = 0,4$ mol CH_4

0,4 mol CH_4'da 0,4.5 = 2 mol atom = $2N_A$ tane atom vardır.

1 mol NH_3'ta $4N_A$ tane atom varsa

? $2N_A$ tane atom

$n = \frac{2N_A.1}{4N_A} = 0,5$ mol NH_3

1 mol NH_3 17 g ise

0,5 mol NH_3 ?

$? = \frac{0,5.17}{1} = 8,5$ g NH_3

1 g N_A akb ise

8,5 g ?

$? = \frac{8,5.N_A}{1} = 8,5N_A$ akb NH_3

ÖRNEK

CH_4 ve C_2H_6 gaz karışımının 0,5 molü 10,8 gramdır. Karışımda kaç tane hidrojen atomu vardır? (C:12, H:1)

ÇÖZÜM

CH_4 x mol ise C_2H_6 (0,5 – x) mol olur.

$m_{(CH_4)} + m_{(C_2H_6)} = 10,8$ g

$M_{A(CH_4)} = 16$ g/mol $\quad M_{A(C_2H_6)} = 30$ g/mol

$m_{(CH_4)} = 16x \quad m_{(C_2H_6)} = 30.(0,5-x)$

$16x + 30.(0,5 - x) = 10,8 \Rightarrow 16x + 15 - 30x = 10,8$

$14x = 4,2 \Rightarrow x = 0,3$ mol CH_4 $\quad C_2H_6$: 0,2 mol olur.

0,3 mol $CH_4 \longrightarrow$ 0,3.4 = 1,2 mol H atomu içerir.

0,2 mol $C_2H_6 \longrightarrow$ 0,2.6 = 1,2 mol H atomu içerir.

Karışımda 1,2 + 1,2 = 2,4 mol H atomu = $2,4N_A$ tane H atomu vardır.

ÖRNEK

Normal şartlar altında, eşit mol sayıda karbon atomu içeren CH_4 ve C_3H_8 gaz karışımının kütlesi 9,2 gramdır. Buna göre bu gazların NŞA hacimleri kaç litredir? (CH_4:16, C_3H_8: 44)

ÇÖZÜM

Karbon atomunun mol sayısı 3n olursa CH_4 3n mol, C_3H_8 n mol olur.

$m_{(CH_4)} = 16.3n$ $\quad m_{(C_3H_8)} = 44n$

$48n + 44n = 9,2 \quad \Rightarrow \quad n = 0,1$ mol

$n_{(CH_4)} = 0,3 \text{ mol} = 0,3.22,4 = 6,72 \text{ L}$ $\quad n_{(C_3H_8)} = 0,1 \text{ mol} = 0,1.22,4 = 2,24 \text{ L}$

BİLGİ KUTUSU

*$Na_2CO_3.10H_2O$ gibi su çeken iyonik kristallere **hidratlı bileşikler** denir. Bu bileşik sodyum karbonat dekahidrat olarak adlandırılır. Bu iyonik kristaller farklı miktarda su çekebilir.*

ÖRNEK

6,4 gram $Na_2CO_3.xH_2O$ bileşiği 0,08 mol Na atomu içeriyor. Buna göre bileşikteki x kaçtır? (Na_2CO_3: 106, H_2O: 18)

ÇÖZÜM

1 mol $Na_2CO_3.xH_2O$'da 2 mol Na atomu

? mol $Na_2CO_3.xH_2O$'da 0,08 mol Na atomu

$$? = \frac{0,08.1}{2} = 0,04 \text{ mol } Na_2CO_3.xH_2O$$

0,04 mol $Na_2CO_3.xH_2O$ 6,4 g ise

1 mol $Na_2CO_3.xH_2O$?

$$? = \frac{6,4.1}{0,04} = 160 \text{ g/mol}$$

$Na_2CO_3.xH_2O = 160 \quad \Rightarrow \quad 106 + 18x = 160 \quad 18x = 54 \Rightarrow x = 3$ mol

1.14. ALIŞTIRMA

Normal şartlar altında 8,96 litre hacim kaplayan NH_3 gazı kaç tane atom içerir?

1.15. ALIŞTIRMA

Avogadro sayısı kadar atom içeren N_2O_3 gazı kaç akb'dir? (N:14, O:16)

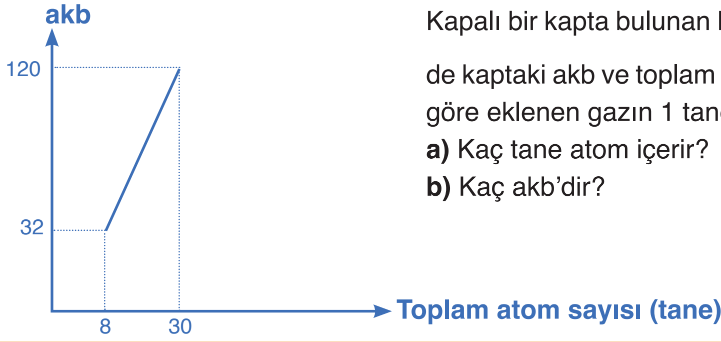
1.16. ALIŞTIRMA

Eşit kütlede CH_4 ve H_2 gazları karışımının mol sayısı 1,8'dir. Buna göre karışımın kütlesi kaç gramdır? (H:1, C:12)

1.17. ALIŞTIRMA

Marketten alınan 1 kilo nohut paketinde toplam 903 tane nohut bulunmaktadır. Buna göre bu nohut paketinde kaç mol nohut vardır? (N_A: $6,02.10^{23}$)

1.18. ALIŞTIRMA



Kapalı bir kapta bulunan He gazının üzerine $\frac{2}{N_A}$ mol gaz eklendiğinde kaptaki akb ve toplam atom sayısı değişimi grafikteki gibi olduğuna göre eklenen gazın 1 tanesi

a) Kaç tane atom içerir?

b) Kaç akb'dir?



OKUMA PARÇASI

AVOGADRO SAYISININ BÜYÜKLÜĞÜ

Avogadro sayısı ($6,02214.10^{23}$) hayal edilemeyecek kadar büyük bir sayıdır. Atom yığınları yerine fasulye yığını saydığımızı düşünün. Bir fasulye taneciğinin hacmi 0,1 cm^3 ise "bir mol fasulye" Türkiye'nin yüzeyini yaklaşık 72 km kalınlığında bir tabaka şeklinde kaplayabilir. Bir kişinin bir maddenin taneciklerini, örneğin buğday taneciklerini 100 tane/dakika hızla sayabildiğini varsayarsak kişi bir ömür boyunca ancak 4 milyar taneciği sayabilir. Dünyadaki bütün insanlar, ömürlerini buğday taneciği saymakla geçirseler bile Avogadro sayısı kadar tanecik sayamazlar. Üstelik bir mol buğday taneciği, insanlık tarihinde yetiştirilmiş buğday taneciğinden çok daha fazladır. Saniyede bir milyar işlem yapabilen çok gelişmiş bilgisayarların bile Avogadro sayısı kadar işlem yapabilmesi için yaklaşık 20 milyon yıla ihtiyaç vardır.

Avogadro sayısının normal sayma işlemlerinde kullanılamayacağı açıktır. Bununla birlikte bu olağanüstü büyük sayı, atom ve molekül gibi olağanüstü küçük nesnelerin sayısal değerini belirtmekte kullanılabilir.

(Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)
R. H. PETRUCCI, F. G. HERRING, J. D. MADURA, C. BISSONNETTE , Genel Kimya, Palme Yayıncılık, 2015.



3.
BÖLÜM

KİMYASAL TEPKİMELER VE DENKLEMLER

- *Tepkime denklemleri neden yazılır?*
- *Tepkime denklemleri yazılırken nelere dikkat edilmelidir?*
- *Bütün tepkime türleri aynı mıdır?*

1.3.1. Kimyasal Tepkimeler



Görsel 1.9: Kimyasal bir tepkimede gaz çıkışı

Kimyasal tepkime, bir ya da birkaç maddenin (tepkenler) etkileşime girerek yeni bir element veya bileşik grubuna (ürünler) dönüştürülmesi işlemidir. Diğer bir deyişle kimyasal tepkime, kimyasal değişmenin meydana geldiği bir olaydır. Çoğu zaman, maddeler bir araya getirilip karıştırıldığında hiçbir tepkime olmaz ve maddeler başlangıçtaki özellik ve bileşimini korurlar. Bir tepkime olduğunu söyleyebilmek için bazı kanıtlara gereksinim vardır. Bu kanıtlar;

- Renk değişiminin olması,
- Gaz çıkışı gözlenmesi (Görsel 1.9),
- Berrak bir çözelti içinde çökelek oluşumu,
- Isı salınması ya da soğurulması gibi olaylardır.

Element ve bileşiklerin yazılması için simgeler kullanılır. Bu simgeler, kimyasal eşitlik adı verilen kimyasal tepkime denklemlerinin kısaca yazılmasına yardımcı olur. Bir kimyasal eşitlikte tepkenlerin (girenler) formülleri eşitliğin sol tarafına, ürünlerin formülleri ise eşitliğin sağ tarafına yazılır. Eşitliğin her iki tarafı bir ok ($\longrightarrow$) yardımı ile birleştirilir. Bu gösterim ile tepkenlerin ürünleri oluşturduğu söylenir. Örneğin renksiz azot monoksit ve oksijen gazlarının kırmızı-kahve renkli azot dioksit gazını oluşturduğu tepkimenin yazılışı,



$NO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g)$ şeklindedir.

Bu denklemde sol tarafta üç O atomu vardır (biri NO molekülünde, ikisi O_2 molekülünde). Sağ tarafta ise yalnızca iki O atomu bulunmaktadır (NO_2 molekülünde). Bu eşitsizlik uygun katsayılarla denkleştirildiğinde denklem $NO(g) + 1/2O_2(g) \longrightarrow NO_2(g)$ şeklini alır.

a) Kimyasal Tepkime Denklemlerinin Denkleştirilmesi

Kimyasal tepkimelerde kütle korunur. Kütlenin korunması ile tepkimeye giren atom sayısı ve tepkimeden çıkan atom sayısı da korunur. Tepkime denklemlerinin denkleştirilmesi bu kurala göre yapılır. Tepkime denklemleri denkleştirilirken giren ve çıkanlara uygun stokiyometrik katsayılar konularak atom sayıları eşitlenir. Basit kimyasal tepkimeler denkleştirilirken uygun stokiyometrik katsayılar giren ve ürünlere yazılır. Elementler, herhangi bir türden başlanarak denkleştirilebilir ama bu denkleştirme işi rastgele olmamalıdır. Eşitliklerin denkleştirilmesi için belirli bir yol izlenir.

- Denklemin her iki tarafında yer alan bileşikte aynı element varsa önce o element denkleştirilir.
- Tepkimeye giren maddelerden ya da oluşan ürünlerden biri serbest element olarak bulunuyorsa bu element en son denkleştirilir.
- Bazı tepkimelerde, belirli atom grupları (çok atomlu iyonlar) değişmeden kalır. Bu durumda bu gruplar bir birim olarak denkleştirilir.

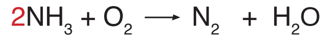
- Katsayılar, tam sayı ya da kesirli sayı olabilir. Bir eşitlik bir ya da daha çok kesirli katsayıyla kolayca denkleştirebilir. Bu durumda tüm katsayılar uygun bir çarpanla çarpılırsa kesirli sayılar tam sayıya dönüşür.

Örneğin amonyak ve oksijen gazları tepkimeye girerek azot gazı ve suyu oluşturur. Bu tepkime denkleminin yazılarak denkleştirilmesi aşağıda yapılmıştır.



$$NH_3 + O_2 \longrightarrow N_2 + H_2O$$

Tepkimede giren ve ürünlerde üç tür atom (N, H, O) bulunur. Girenlerde bir tane NH_3'ta bir tane N atomu, ürünlerde N_2'da iki tane N atomu bulunmaktadır. Öyleyse NH_3'ın katsayısı 2 olmalıdır.



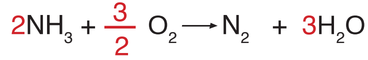
$$2NH_3 + O_2 \longrightarrow N_2 + H_2O$$

Eşitliğin girenler tarafında altı H atomu, ürünler tarafında iki H atomu bulunur. H_2O katsayısı 3 ile çarpılırsa ürünlerde de toplam altı H atomu olur.



$$2NH_3 + O_2 \longrightarrow N_2 + 3H_2O$$

N ve H'leri eşitledikten sonra girenlerde iki O atomu, ürünlerde üç O atomu bulunur. Tepkimede O'leri eşitlemek için girenlerdeki O_2'nin önüne 3/2 katsayısı konulur. Böylece O atomları eşitlenmiş ve tepkime de denkleşmiş olur.



$$2NH_3 + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow N_2 + 3H_2O$$

Bütün katsayıların tam sayı olduğu bir denklem elde etmek için tepkimenin iki tarafını 2 ile çarpmak gerekir. Tepkimenin en küçük tam sayılarla denkleştirilmiş hâli aşağıdaki gibidir:



$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2N_2 + 6H_2O$$

ÖRNEK

$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ tepkimesini denkleştiriniz.

ÇÖZÜM

Organik maddelerin yanma tepkimelerinde elementlerin denkleştirilme sırası C, H, O şeklinde yapılır. Buna göre tepkime



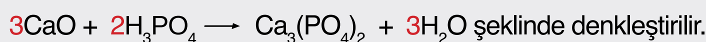
$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ şeklinde denkleştirilir.

ÖRNEK

$CaO + H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$ tepkimesini en küçük tamsayılarla denkleştiriniz.

ÇÖZÜM

Tepkime en küçük tamsayılarla

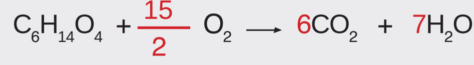


$3CaO + 2H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2O$ şeklinde denkleştirilir.

ÖRNEK

$C_6H_{14}O_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ tepkimesini denkleştiriniz.

ÇÖZÜM

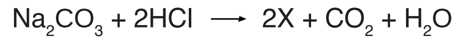


$C_6H_{14}O_4 + \frac{15}{2} O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 7H_2O$

Tepkime en küçük tamsayılarla

$2C_6H_{14}O_4 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 14H_2O$ şeklinde denkleştirilir.

ÖRNEK



$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2X + CO_2 + H_2O$

denkleşmiş tepkime denkleminde ürünler kısmında oluşan X'in formülü nedir?

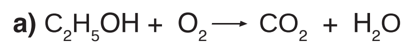
ÇÖZÜM

	Giren	Ürün	X
Na	2	-	2
C	1	1	-
O	3	3	-
H	2	2	-
Cl	2	-	2

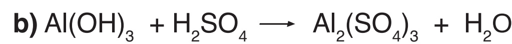
$2X \longrightarrow 2NaCl$ olduğu için X'in formülü NaCl'dür.

1.19. ALIŞTIRMA

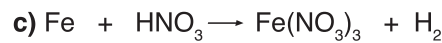
Aşağıdaki tepkimeleri en küçük tam sayılarla denkleştiriniz.



a) $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$



b) $Al(OH)_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$

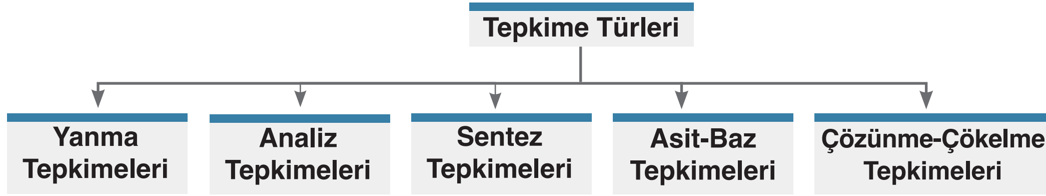


c) $Fe + HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2$

b) Yanma, Analiz, Sentez, Asit-Baz, Çözünme-Çökelme Tepkimeleri

Kömürün ve LPG'nin yanması, demirin paslanması, travertenlerin, mağaralardaki sarkıt ve dikitlerin oluşumu, suyun elektrolizi, potasyum kloratın ısıtılması, reflü ve mide yanmalarının giderilmesi gibi olaylar hangi tür tepkimelerdir?

Temel tepkime türleri yanma, analiz (ayrışma), sentez (oluşum), asit-baz, çözünme-çökelme,tepkimeleri şeklinde aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma tepkimelerin anlaşılmasını kolaylaştırır.

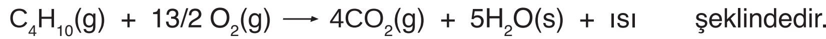


Yanma Tepkimeleri

Maddelerin, oksijenle reaksiyona girerek oksijenli bileşik oluşturmasına **yanma**, tepkimelere de **yanma tepkimeleri** denir. Yanma tepkimeleri sonucunda (azotun yanması hariç) ısı açığa çıkar. Yanma tepkimeleri genellikle çok hızlı gerçekleşir. Bazı yanma olayları ise yavaştır. Gümüşün oksitlenmesi ve demir metalinin paslanması yavaş yanma, metan ve hidrojen gazlarının yanması hızlı yanmaya örnektir.

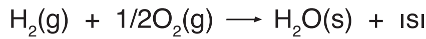
Bir yanma olayının gerçekleşebilmesi için ortamda yanıcı madde, yakıcı madde (O_2) ve uygun tutuşma sıcaklığı gerekir. Yanma olayının durdurulması için yanan madde ile oksijenin teması kesilmelidir.

LPG'deki bütan gazı, oksijen gazıyla yanarak karbon dioksit ve su oluşturur (Görsel 1.10). Bu yanma olayının tepkimesi

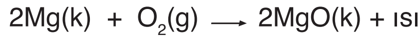


$$C_4H_{10}(g) + 13/2\ O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(s) + \text{ısı}$$ şeklindedir.

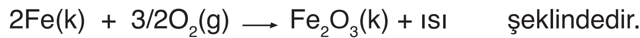
Hidrojen gazı, magnezyum ve demirin yanma tepkimeleri



$$H_2(g) + 1/2O_2(g) \longrightarrow H_2O(s) + \text{ısı}$$



$$2Mg(k) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(k) + \text{ısı}$$



$$2Fe(k) + 3/2O_2(g) \longrightarrow Fe_2O_3(k) + \text{ısı}$$ şeklindedir.



Görsel 1.10: LPG'nin yanması

Analiz Tepkimeleri

Bir maddenin ısı, ışık, elektrik gibi etkilerle bozunarak farklı maddelerin oluştuğu tepkimelere **analiz (ayrışma) tepkimeleri** denir. Ayrışma tepkimeleri sonunda bir bileşikten farklı bileşikler oluşabileceği gibi elementlerde oluşabilir. Ayrışma tepkimeleri sonucunda oluşan birçok madde günlük hayatta kullanılmaktadır. Örneğin kalsiyum karbonat katısının (kireç taşı) yaklaşık 1000 °C sıcaklıkta ısı ile ayrışması sonucu oluşan kalsiyum oksit (sönmemiş kireç) inşaat sektöründe, karbon dioksit gazı yangın söndürme tüplerinde kullanılır.

Laboratuvarda potasyum kloratın ısıtılmasıyla elde edilen oksijen gazı, oksijen tüplerinde kullanılır.

$CaCO_3$, $KClO_3$, BaO gibi bileşiklerin ısı ile bozulmasına ait analiz tepkimeleri aşağıda gösterilmiştir.



$$CaCO_3(k) + \text{ısı} \longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$$



$$KClO_3(k) + \text{ısı} \longrightarrow KCl(k) + 3/2O_2(g)$$

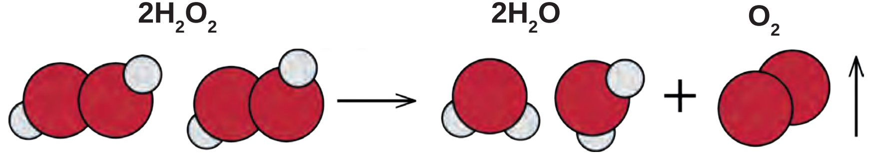


$$BaO(k) + \text{ısı} \longrightarrow Ba(k) + 1/2O_2(g)$$

BİLGİ KUTUSU

Bir kimyasal tepkime, birden fazla tepkime türüne örnek olabilir. Örneğin H_2 ve O_2 gazlarında H_2O oluşumu hem yanma hem de sentez tepkimesidir.

Hidrojen peroksitin su ve oksijen gazına ayrışma tepkimesi Görsel 1.11'de gösterilmiştir.

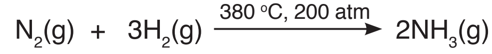


Görsel 1.11: Hidrojen peroksitin ayrışma tepkimesi

Sentez Tepkimeleri

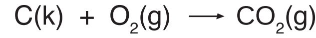
İki ya da daha çok maddenin tepkimeye girerek bir bileşiğin oluştuğu tepkime türüne **sentez (oluşum)** tepkimeleri denir.

N_2 ve H_2 gazlarından NH_3 gazı oluşumu sentez tepkimesidir.



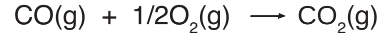
$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{380\ ^{\circ}C,\ 200\ atm} 2NH_3(g)$$

$C_{(k)}$ ve O_2 gazının tepkimesinden CO_2 gazı oluşumu sentez tepkimesidir.



$$C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

CO ve O_2 gazının tepkimesinden CO_2 gazı oluşumu sentez tepkimesidir.

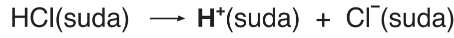


$$CO(g) + 1/2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

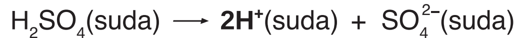
Asit ve Baz Tepkimeleri

Mide ve reflü rahatsızlıklarında, mide ekşimesini gidermek için $Mg(OH)_2$ (magnezya sütü) kullanılır. Midede mide asiti HCl'in fazla salgılanması mide ekşimelerine, mide duvarını aşındırarak gastrit, ülser gibi mide hastalıklarının oluşmasına neden olur. Bu rahatsızlıkları gidermek için HCl, bazik madde olan magnezya sütü ile nötralleştirilir. Günlük yaşamda önemli bir yeri olan asit ve bazlar; yiyecek, içecek, vücut salgıları ve minerallerin yapısında bulunurlar.

Sulu çözeltilerinde H^+ iyonu oluşturabilen maddelere **asit**, OH^- iyonu oluşturabilen maddelere **baz** denir.



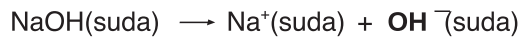
$$HCl(suda) \longrightarrow \mathbf{H^+}(suda) + Cl^-(suda)$$



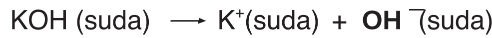
$$H_2SO_4(suda) \longrightarrow \mathbf{2H^+}(suda) + SO_4^{2-}(suda)$$



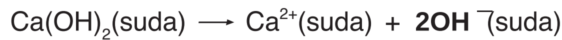
$$CH_3COOH(suda) \rightleftharpoons CH_3COO^-(suda) + \mathbf{H^+}(suda)$$



$$NaOH(suda) \longrightarrow Na^+(suda) + \mathbf{OH^-}(suda)$$



$$KOH\ (suda) \longrightarrow K^+(suda) + \mathbf{OH^-}(suda)$$



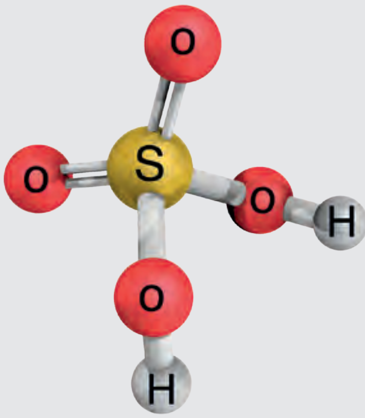
$$Ca(OH)_2(suda) \longrightarrow Ca^{2+}(suda) + \mathbf{2OH^-}(suda)$$

BİLGİ KUTUSU

Sirkede asetik asit, elmada malik asit, limonda sitrik asit, safra salgısında baz olan NaOH bulunur.

BİLGİ KUTUSU

Sülfürik asit, gübre ve akü üretiminde kullanılır.



Tablo 1.6'da bazı önemli asit ve bazlar verilmiştir.

Tablo 1.6: Bazı Önemli Asit ve Bazlar

Asit	Adı	Baz	Adı
HF	Hidroflorik asit	NaOH	Sodyum hidroksit
HCl	Hidroklorik asit	KOH	Potasyum hidroksit
H_2SO_4	Sülfürik asit	$Mg(OH)_2$	Magnezyum hidroksit
HNO_3	Nitrik asit	$Ca(OH)_2$	Kalsiyum hidroksit
CH_3COOH	Asetik asit	$Ba(OH)_2$	Baryum hidroksit
$HClO_4$	Perklorik asit	NH_3	Amonyak

Asit ve bazlar arasındaki tepkimelere **asit-baz tepkimeleri** denir. Asit ve bazların sulu çözeltilerinin tepkimeye girerek tuz ve su oluşturması olayına **nötralleşme**, tepkimelere de **nötralleşme tepkimeleri** denir.

Örneğin HCl ile NaOH arasındaki nötralleşme tepkimesi

$HCl(suda) + NaOH(suda) \longrightarrow NaCl(suda) + H_2O(s)$ şeklindedir (Görsel 1.12).

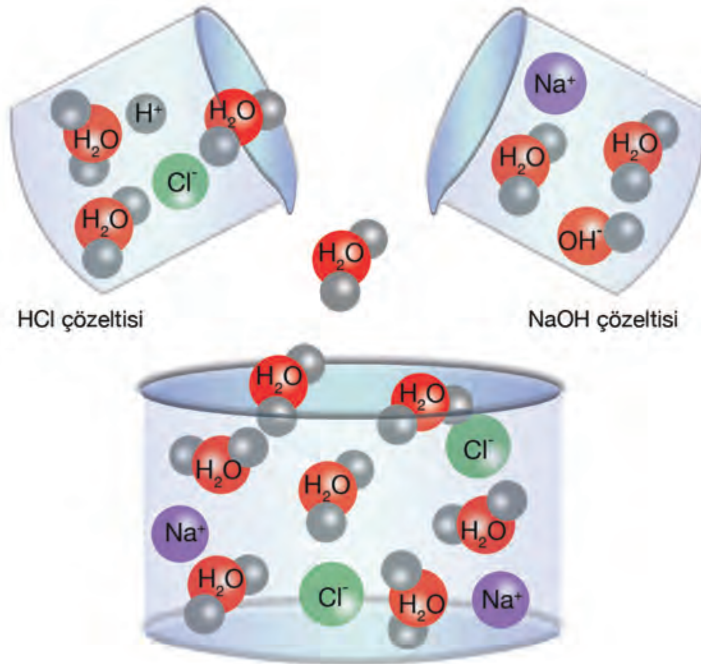
Asit ve bazlar suda iyonlaşarak çözünür.

$H^+(suda) + Cl^-(suda) + Na^+(suda) + OH^-(suda) \longrightarrow Na^+(suda) + Cl^-(suda) + H_2O(s)$

Asitten gelen H^+ iyonu ile bazdan gelen OH^- iyonu birleşerek H_2O oluşur. Bunun sonucunda nötralleşme olur. Nötralleşme tepkimelerinin net iyon denklemi:

$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$ şeklindedir.

Tepkimede Na^+ ve Cl^- iyonlarında bir değişme olmaz. Na^+ ve Cl^- iyonlarına **seyirci iyonlar** denir. Oluşan tuzun sulu çözeltisi elektriği iletir. Su buharlaştırıldığında sofra tuzu (NaCl) elde edilir.



Görsel 1.12: HCl ve NaOH çözeltileri arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimesi

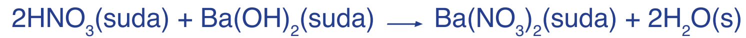
BİLGİ KUTUSU

Nötralleşme tepkimeleri sonucunda ısı açığa çıkar.

BİLGİ KUTUSU

$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(k)$ Tepkimesi asit-baz tepkimesidir. Tepkime sulu ortamda gerçekleşmediği için nötralleşme tepkimesi değildir.

HNO_3 ile $Ba(OH)_2$ arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimesi



$$2HNO_3(suda) + Ba(OH)_2(suda) \longrightarrow Ba(NO_3)_2(suda) + 2H_2O(s)$$

şeklindedir.

H_3PO_4 ile $Sr(OH)_2$ arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimesi



$$2H_3PO_4(suda) + 3Sr(OH)_2(suda) \longrightarrow Sr_3(PO_4)_2(suda) + 6H_2O(s)$$

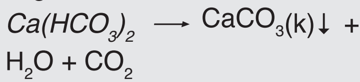
şeklindedir.

BİLGİ KUTUSU

İçinde karbon dioksidin çözünmesiyle asidik özellik kazanan yer altı suyu, kayaçlardan geçerken $CaCO_3$'ü bol miktarda çözer.

$CaCO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$

Ca^{2+} ve HCO_3^- ile zenginleşen yer altı suları yeryüzüne çıkarken karbon dioksit kaybederek asidik özelliği azalır. Yer altı sularında fazla duruma gelen Ca^{2+} ve HCO_3^- iyonları $CaCO_3$ şeklinde çöker. Çöken $CaCO_3$ sarkıt ve dikitlerin oluşmasını sağlar.



$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3(k)\downarrow + H_2O + CO_2$

1.20. ALIŞTIRMA

I. $H_2SO_4 - CH_3COOH$

II. $NH_3 - Ca(OH)_2$

III. $KOH - HNO_3$

IV. $Mg(OH)_2 - HCl$

Yukarıdaki bileşik çiftlerinden hangilerinin arasında nötralleşme tepkimesi gerçekleşir?

Çözünme-Çökelme Tepkimeleri



Görsel 1.13: Sarkıt ve dikitler

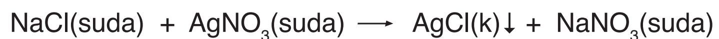
Mağaralardaki sarkıt ve dikitlerin (Görsel 1.13) ayrıca yeryüzündeki travertenlerin oluşumu, çözünme ve çökelme olayları sonucunda gerçekleşmektedir.

Bir maddenin başka bir madde içerisinde homojen dağılmasına **çözünme** denir. Bazı iyonik katılar suda iyi çözünürken bazıları da suda çok az çözünür. Örneğin $NaNO_3$, $AgNO_3$, NaCl, KI gibi tuzlar suda iyi çözünürken AgCl, PbI_2, $PbSO_4$ gibi tuzlar suda çok az çözünür.

Suda iyi çözünen iyonik katıların sulu çözeltileri karıştırıldığında suda çözünmeyen katı oluşumuna **çökelme**, oluşan katıya **çökelek**, tepkimeye de **çözünme-çökelme tepkimesi** denir.

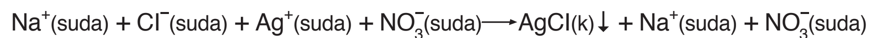
Örneğin NaCl ve $AgNO_3$ tuzları suda iyi çözünür. Bu iyonik katıların sulu çözeltileri karıştırılırsa AgCl katısı çöker (Görsel 1.14). $NaNO_3$ ise suda çözünür. Oluşan tepkime çözünme-çökelme tepkimesidir.

Çözünme-çökelme tepkimesi



$$NaCl(suda) + AgNO_3(suda) \longrightarrow AgCl(k)\downarrow + NaNO_3(suda)$$

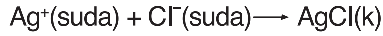
İyon-çökelme tepkimesi



$$Na^+(suda) + Cl^-(suda) + Ag^+(suda) + NO_3^-(suda) \longrightarrow AgCl(k)\downarrow + Na^+(suda) + NO_3^-(suda)$$

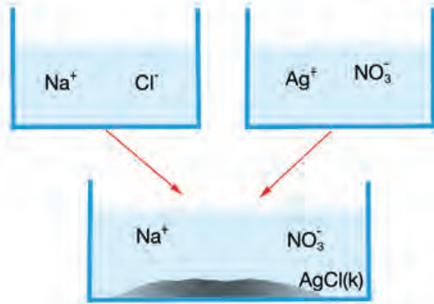
İyon-çökelme tepkimesinde Na^+ ve NO_3^- iyonları çökelme olayına katılmamıştır. Na^+ ve Ag^+ iyonları yer değiştirerek AgCl tuzu katı hâle gelerek çökmüştür. Bu tepkime aynı zamanda yer değiştirme tepkimesidir. Çözünme-çökelme tepkimelerinde iyonların birleşerek çöken tuzu gösterdiği tepkimeye **net iyon denklemi** denir.

Net iyon denklemi



$$Ag^+(suda) + Cl^-(suda) \longrightarrow AgCl(k)$$

Tepkimede çökelmeye katılmayan Na^+ ve NO_3^- iyonlarına **seyirci iyonlar** denir.



Görsel 1.14: Çözünme-çökelme tepkimesi

KI ve $Pb(NO_3)_2$ tuzları suda iyi çözünür. Bu iyonik katıların sulu çözeltileri karıştırılırsa PbI_2 katısı çöker, KNO_3 ise suda çözünür. Oluşan tepkime çözünme-çökelme tepkimesidir. Olayın tepkime denklemi



$2KI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k)\downarrow + 2KNO_3(suda)$ şeklindedir.

BİLGİ KUTUSU

1A grubu elementlerinden oluşan tuzlar, nitrat ve amonyum iyonlarını içeren bileşikler suda iyi çözünür.

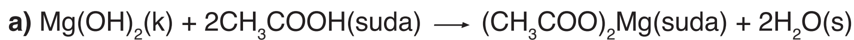
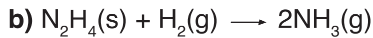
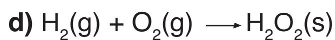
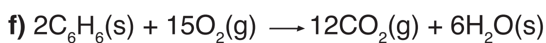
1.21. ALIŞTIRMA

$CaCl_2$ ve K_2SO_4 tuzlarının sulu çözeltileri karıştırılınca $CaSO_4$ katısı çöktüğüne göre çözünme-çökelme ve net iyon denklemlerini yazınız.

1.2

UYGULAMA SORULARI

Aşağıdaki tepkimelerin türlerini (yanma, sentez, analiz, asit-baz ve çözünme-çökelme tepkimesi) karşılarına yazınız.

TEPKİME	TEPKİME TÜRÜ
 **a)** $Mg(OH)_2(k) + 2CH_3COOH(suda) \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg(suda) + 2H_2O(s)$	....
 **b)** $N_2H_4(s) + H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$	....
 **c)** $KIO_3(k) + ısı \longrightarrow KI(k) + 3/2O_2(g)$	....
 **ç)** $C_6H_5COOH\ (suda) + NaOH\ (suda) \longrightarrow C_6H_5COONa\ (suda) + H_2O\ (s)$	....
 **d)** $H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O_2(s)$	....
 **e)** $CHI_3(suda) + 3AgNO_3(suda) + H_2O(s) \longrightarrow 3AgI(k) + 3HNO_3(suda) + CO(g)$	....
 **f)** $2C_6H_6(s) + 15O_2(g) \longrightarrow 12CO_2(g) + 6H_2O(s)$	....

c) Magnezyum Şeridinin Yanması Deneyi

1.3 ETKİNLİK

Etkinliğin Adı: **Magnezyum Şeridinin Yanması**





Etkinliğin Amacı: Yanma tepkimesini gözlemleyerek bir yanma tepkimesinde kütlenin korunumunu açıklama

Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- Magnezyum şeridi
- Terazi
- Porselen kapsül
- Maşa

Uygulama Aşamaları

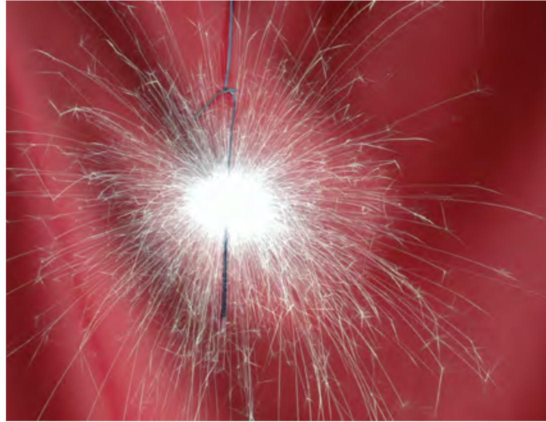
1. 12 cm uzunluğundaki magnezyum şeridini terazide tartınız.

2. Boş porselen kapsülü terazide tartınız.

3. Tarttığınız magnezyum şeridini porselen kapsülün içine koyarak tekrar tartınız. Tartım sonucu elde ettiğiniz kütleleri not ediniz.

4. Porselen kapsüle koyduğunuz magnezyum şeridini tutuşturarak yanmasını gözlemleyiniz. Magnezyum şerit yanarken çok parlak ışık yayar. Bu parlak ışığın gözlerinize zarar vermemesi için yanma olayını uzaktan gözlemleyiniz.

5. Magnezyum şerit tamamen yandıktan sonra kapsülün soğumasını bekleyiniz. Kapsül soğuduktan sonra tekrar tartınız. Tartım sonucunu not ediniz.



Etkinliğin Değerlendirilmesi: Magnezyum şerit, oksijen ile yanınca $Mg + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow MgO$ tepkimesi ile magnezyum oksit oluşur. Tepkime sonunda oluşan MgO ve kapsülün kütlelerinden yola çıkarak tepkimede harcanan O_2 kütlesini bulunuz.

ç) Kurşun(II) İyodürün Çökmesi Deneyi

1.4 ETKİNLİK

Etkinliğin Adı: $Pb(NO_3)_2$ ile KI Tuzlarının Sulu Çözeltileri Karıştırılarak PbI_2'ün Çöktürülmesi







Etkinliğin Amacı: İki farklı tuzun tepkimesinden çökelme olayını gözlemleyerek çözünme-çökelme tepkimelerini ayırt etme

Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- Üç adet 500 mL'lik beher
- KI tuzu
- $Pb(NO_3)_2$ tuzu
- Terazi
- Baget
- Su
- Dereceli silindir

Uygulama Aşamaları

1. 50 mL su ve 0,40 g KI tuzunu beherde karıştırarak çözelti hazırlayınız.
2. 50 mL su ve 0,75 g $Pb(NO_3)_2$ tuzunu beherde karıştırarak çözelti hazırlayınız.
3. Çözeltileri birbirinden ayırt edebilmek için etiketler kullanınız.
4. Hazırlanan iki ayrı çözeltiyi birbiriyle karıştırınız.
5. Çözeltiler karıştırıldıktan sonra görülen değişiklikleri gözlemleyiniz.



Etkinliğin Değerlendirilmesi: KI ile $Pb(NO_3)_2$ çözeltileri karıştırılınca oluşan çözeltideki değişikliklerin nedenini yorumlayınız. Çözeltide oluşan tepkime denklemini, çöken maddeyi ve net iyon denklemini yazınız.

d) Kimyasal Tepkimelerin Açıklanmasında Bilişim Teknolojilerinden Yararlanılması

Bilişim teknolojilerinden yararlanarak (animasyon, simülasyon, video vb.) kimyasal tepkimelerin açıklaması yapılır. İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığına bağlı Eğitim Bilişim Ağı **www.eba.gov.tr** adresinden ulaşılabilir.

4.
BÖLÜM

KİMYASAL TEPKİMELERDE HESAPLAMALAR

BİLGİ KUTUSU

Bir kimyasal tepkimede tepkenler ve ürünlerin nicel olarak çalışılmasında ***stokiyometriden*** *faydalanılır.*

1.4.1. Kimyasal Tepkimelerde Hesaplamalar

Kimya laboratuvarlarında sıkça sorulan en temel soru “Bilinen miktarlardaki tepkenlerden (girenlerden) ne kadar ürün elde edilebileceğidir.” Bazı durumlarda bunun tersi de sorulabilmektedir: “Bilinen miktarlarda ürün elde edebilmek için ne kadar tepken kullanılmalıdır?” Tepkimeden nicel sonuçlar elde edebilmek için mol kütlesi ve mol kavramlarının kullanılması gerekmektedir.

Tepken veya ürünlerin birimleri mol, gram, tane, litre (gazlar için) ya da bazı diğer birimler cinsinden verilse bile tepkimede ürün miktarlarının hesaplanmasında mol birimi kullanılır. Bu nedenle kimyasal hesaplamalardaki bu yönteme **mol yöntemi** denir. Bir kimyasal tepkimede katsayılar maddelerin mol sayılarını belirtir ve maddelerin mol sayıları arasındaki geçiş stokiyometriden yararlanılarak yapılır. Örneğin C_3H_8 (propan) gazı O_2 gazıyla yakılınca CO_2 gazı ve su buharı oluşur. Tepkimenin denkleşmiş hâli aşağıdaki gibidir.

$C_3H_8(g)$	+	$5O_2(g)$	$\longrightarrow$	$3CO_2(g)$	+	$4H_2O(s)$
1 mol		5 mol		3 mol		4 mol
N_A tane		$5N_A$ tane		$3N_A$ tane		$4N_A$ tane
1 molekül		5 molekül		3 molekül		4 molekül
44 akb		160 akb		132 akb		72 akb
44 g		160 g		132 g		72 g
1 hacim		5 hacim		3 hacim		-
		NŞA				
22,4 L		112 L		67,2 L		

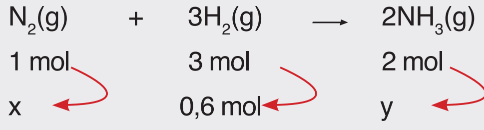
Tepkimeye göre 1 mol C_3H_8 gazı harcanınca 5 mol O_2 gazı tüketilir. Tepkime sonunda 3 mol CO_2 gazı ve 4 mol H_2O oluşur. Birçok kimyasal tepkimede aşağıdaki yöntemlere göre hesaplama yapılması tercih edilir.

- Verilen tepken ve ürünlere göre kimyasal tepkime denklemi yazılır.
- Tepkimenin denklemi denkleştirilir.
- Tepkimede verilen madde miktarları (kütle, tane, NŞA hacim) mol birimine dönüştürülür.
- Tepkimede tepken ve ürün oranları belirtildikten sonra verilen miktardan, istenilen tepken veya ürün miktarı mol olarak bulunur.
- Bulunan mol miktarları istenilen miktara dönüştürülür.

ÖRNEK

N_2 ile H_2 gazı yüksek sıcaklık ve basınçta tepkimeye girerek NH_3 gazı oluşur. Tepkimede 0,6 mol H_2 gazı harcandığında
a) Kaç mol N_2 gazı harcanır?
b) Kaç gram NH_3 gazı oluşur? (H:1, N:14)

ÇÖZÜM



$N_2(g) \quad + \quad 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$

1 mol — 3 mol — 2 mol

x — 0,6 mol — y

a) x = 0,2 mol N_2 harcanır.

b) y = 0,4 mol NH_3

$n = \dfrac{m}{M_A} \qquad m = n\,M_A \quad \Rightarrow \quad m = 0{,}4.17 = 6{,}8$ g NH_3 oluşur.

ÖRNEK

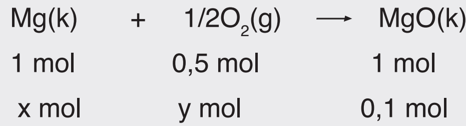
$Mg(k) + 1/2O_2(g) \longrightarrow MgO(k)$ tepkimesine göre 4 g MgO oluşması için

a) Kaç tane magnezyum atomu harcanır?

b) Normal şartlar altında kaç litre O_2 gazı harcanır? (Mg:24, O:16)

ÇÖZÜM

$M_{A(MgO)} = 24 + 16 = 40$ g/mol $\qquad n = \dfrac{m}{M_A} \quad n = \dfrac{4}{40} = 0{,}1$ mol



$Mg(k) \quad + \quad 1/2O_2(g) \longrightarrow MgO(k)$

1 mol — 0,5 mol — 1 mol

x mol — y mol — 0,1 mol

a) x = 0,1 mol $\Rightarrow$ 0,1 mol Mg atomu = $0{,}1N_A$ tane Mg atomu harcanır.

b) y = 0,05 mol O_2 gazı $\Rightarrow$ 0,05 mol O_2 gazı = 0,05.22,4 = 1,12 L O_2 gazı

ÖRNEK

CH_4 gazı O_2 gazı ile yakıldığında CO_2 gazı ve H_2O buharı oluşuyor. Buna göre 3,2 g CH_4 gazı yandığında

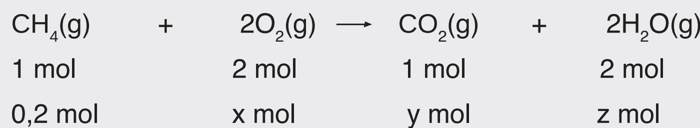
a) Kaç mol O_2 gazı harcanır?

b) Kaç gram CO_2 gazı oluşur?

c) Kaç tane H_2O molekülü oluşur? (H:1, C:12, O:16)

ÇÖZÜM

$M_{A(CH_4)} = 12 + 4.1 = 16$ g/mol $\qquad n = \dfrac{m}{M_A} \quad n = \dfrac{3{,}2}{16} = 0{,}2$ mol CH_4



$CH_4(g) \quad + \quad 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad + \quad 2H_2O(g)$

1 mol — 2 mol — 1 mol — 2 mol

0,2 mol — x mol — y mol — z mol

a) x = 0,4 mol O_2 gazı harcanır.

b) y = 0,2 mol CO_2 gazı $\Rightarrow$ m = 0,2.44 = 8,8 g CO_2 oluşur.

c) z = 0,4 mol H_2O molekülü = $0{,}4N_A$ tane H_2O molekülü oluşur.

1.22. ALIŞTIRMA

$4NH_3(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ tepkimesine göre 0,6 gram NO oluştuğunda

a) Normal şartlar altında kaç L O_2 gazı harcanır?

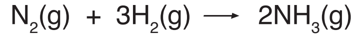
b) Kaç gram NH_3 gazı harcanır?

c) Kaç tane H_2O molekülü oluşur? (H:1, N:14, O:16)

a) Sınırlayıcı Bileşen Hesapları

Herhangi bir kimyasal tepkimede, girenler her zaman stokiyometrik oranlarda verilmeyebilir; ancak girenler belirli bir stokiyometrik oranda birleşerek ürün oluşturur. Stokiyometrik miktar denkleştirilmiş tepkimede belirtilen oranlar kadardır. Tepkimenin amacı başlangıç maddelerinden en yüksek miktarda ve verimde ürünler elde etmektir. Bir kimyasal tepkimede reaksiyona giren maddelerin oranları aşırı miktarda olabilir. Bu nedenle tepkimeye giren maddeler tamamen tükenmez ve tepkime ortamında artar. Bir tepkimede tamamen tükenen maddeye **sınırlayıcı bileşen** denir. Sınırlayıcı bileşen tamamen tükendiğinde oluşan ürünlerin miktarı belirlenir.

Sınırlayıcı bileşen tükendiği zaman tepkime olmaz ve ürün oluşması durur. Aşırı miktarda madde, sınırlayıcı bileşen ile tepkime verebileceği nicel miktardan fazla olan bileşendir. Örneğin azot gazı ile hidrojen gazının tepkimesinden amonyak oluşumu tepkimesi incelendiğinde



$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

tepkimesi %100 verimle gerçekleştiğinde 1 mol N_2 gazı ile 3 mol H_2 gazı harcanır. Tepkime sonunda 2 mol NH_3 gazı oluşur. Başlangıçta 3 mol N_2 gazı ve 3 mol H_2 gazı tepkimeye sokulduğunda N_2 gazının 2 molü tepkimeye girmeden artar. H_2 gazının tamamı harcanır. Tepkimede H_2 gazı sınırlayıcı bileşendir. H_2 gazının tamamı harcandığında tepkime sona erer.

BİLGİ KUTUSU

Kimyasal tepkimelerde hesaplamalar sınırlayıcı bileşen miktarına göre yapılır.

ÖRNEK

$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$ tepkimesine göre 0,4 mol SO_2 ve 0,3 mol O_2 gazı tam verimle tepkimeye girdiğinde

a) Sınırlayıcı bileşen hangi maddedir?

b) Hangi bileşenden kaç mol artar?

c) En fazla kaç gram SO_3 gazı oluşur? (O:16, S:32)

ÇÖZÜM

	$2SO_2(g)$	+ $O_2(g)$	$\longrightarrow$ $2SO_3(g)$
Başlangıç:	0,4 mol	0,3 mol	-
Değişim:	- 0,4 mol	- 0,2 mol	+ 0,4 mol
Sonuç:	0	0,1 mol	0,4 mol

a) Tepkimede SO_2 gazı tamamen harcandığı için sınırlayıcı bileşendir.

b) 0,1 mol O_2 gazı artar.

c) 0,4.80 = 32 g SO_3 gazı oluşur.

ÖRNEK

$Ca(k) + 1/2\ O_2(g) \longrightarrow CaO(k)$ tepkimesine göre 20 g Ca ve 20 g O_2 gazı tam verimle tepkimeye girdiğinde

a) Sınırlayıcı bileşen hangi maddedir?

b) Hangi bileşenden kaç gram artar?

c) En fazla kaç gram CaO oluşur? (O:16, Ca:40)

ÇÖZÜM

	$Ca(k)$	+	$1/2\ O_2(g)$	$\longrightarrow$	$CaO(k)$
Kütle oranı:	40 g		16 g		56 g
Başlangıç:	20 g		20 g		-
Değişim:	- 20 g		- 8 g		+ 28 g
Sonuç:	0		12 g		28 g

a) Tepkimede biten Ca sınırlayıcı bileşendir.

b) 12 g O_2 artar.

c) 28 g CaO oluşur.

ÖRNEK

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$ tepkimesine göre 0,6 mol CO_2 gazı oluşması için eşit mol sayıda C_3H_8 ve O_2 gazları tepkimeye sokuluyor. Buna göre

a) Hangi maddeden kaç mol artar?

b) Sınırlayıcı bileşen hangi maddedir?

c) Başlangıç gaz karışımı kaç gramdır? (H:1, C:12, O:16)

ÇÖZÜM

	$C_3H_8(g)$	+	$5O_2(g)$	$\longrightarrow$	$3CO_2(g)$	+	$4H_2O(g)$
Başlangıç:	5n		5n		-		-
Değişim:	- n		- 5n		+ 3n		+ 4n
Sonuç:	4n artar		0		3n		4n

$3n = 0,6 \quad n = 0,2$

a) $4n = 4.0,2 = 0,8$ mol C_3H_8 artar.

b) Tepkimede biten O_2 gazı sınırlayıcı bileşendir.

c) Başlangıçta: C_3H_8 için $5n = 5.0,2 = 1$ mol $= 44$ g

O_2 için $5n = 5.0,2 = 1$ mol $= 32$ g

toplam kütle $= 44 + 32 = 76$ g'dır.

ÖRNEK

$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$ tepkimesine göre 18,4 g NO_2 gazı oluşması için tam verimle eşit kütlede NO ve O_2 gazı tepkimeye sokuluyor. Buna göre

a) Hangi maddeden kaç gram artar?

b) Tepkimede harcanan ve oluşan madde miktarları hangi madde miktarına göre hesaplanır?

c) Başlangıç karışımı kaç gramdır? (N:14, O:16)

ÇÖZÜM

NO: 30 g/mol O_2: 32 g/mol NO_2: 46 g/mol

	$2NO(g)$ +	$O_2(g)$ ⟶	$2NO_2(g)$
Kütle oranı:	60 g	32 g	92 g
Başlangıç:	12 g	12 g	-
Değişim:	12 g	6,4 g	18,4 g
Sonuç:	0	5,6 g	18,4 g

a) 5,6 g O_2 artar.

b) NO(g) miktarına göre hesaplama yapılır.

c) 24 g'dır.

1.23. ALIŞTIRMA

C_2H_2 ve H_2 gazları karışımının 5 molü 58 gramdır. Bu gazlar tepkimeye girince C_2H_6 gazı oluşur. Tepkime tam verimli olduğuna göre

a) Hangi gazdan kaç mol artar?

b) Kaç gram C_2H_6 gazı oluşur? (H:1, C:12)

1.24. ALIŞTIRMA

$CaH_2(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow Ca(OH)_2(k) + 2H_2(g)$ tepkimesine göre eşit kütlede CaH_2 ve H_2O'nun tam verimli tepkimesinden toplam 156 g ürün oluşurken 12 g tepken artıyor. Buna göre tepkimeye giren H_2O kaç moldür? (H:1, O:16, Ca:40)

b) Tepkime Denklemleri Temelinde % Verim Hesapları

Bir tepkimenin kuramsal verimi, tepkenlerin verilen miktarlarından hesaplanarak elde edilen ürünün miktarıdır. Kuramsal verimi sınırlayıcı bileşen belirler. Ürünün uygulamada oluşan gerçek miktarına ise **gerçek verim** denir.

Gerçek verim daima kuramsal verimden küçüktür. Verimin az olmasının pek çok nedeni vardır:

- Bir tepkimenin ürünü, nadiren saf olarak elde edilebilir. Gerekli saflaştırma işlemleri sırasında bazı ürünlerde madde kaybolabilir. Bu durum verimi düşürür.
- Çoğu zaman tepkimeye giren maddeler beklenenden başka tepkimeler de verebilir. Bu tepkimelere yan tepkimeler, istenmeyen ürünlere de yan ürünler denir. Yan tepkimeler arttığında ana ürünün verimi düşer.
- Bazı tepkimeler çift yönlüdür (tersinir). Bu tepkimeler soldan sağa %100 verimle gerçekleşemez. Bu tepkimelerde oluşan ürünlerin bir kısmı yeniden tepkenleri vermek üzere bozunur. Bu durumda verim beklenenden az olur.
- Bazı maddeler safsızlık içerdiği için ürün miktarı beklenenden az olur. Bu durum tepkimenin verimini düşürür.

Bir tepkimenin % verimi

$$\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{kuramsal verim}} \cdot 100 \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

ÖRNEK

Üre, $CO(NH_2)_2$, gübre olarak kullanılır ve yıllık üretimi milyonlarca kilogramdır. Ürenin endüstride elde edilme tepkimesi

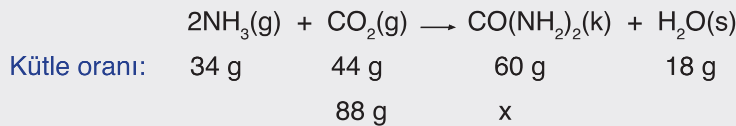
$2NH_3(g) + CO_2(g) \longrightarrow CO(NH_2)_2(k) + H_2O(s)$ şeklindedir. 88 g CO_2 yeterli miktarda NH_3 ile tepkimeye girerse 90 g üre elde edilmektedir. Buna göre bu tepkimenin

a) Kuramsal verimi kaçtır?

b) Gerçek verimi kaçtır?

c) % verimi kaçtır? (H:1, C:12, N:14, O:16)

ÇÖZÜM



	$2NH_3(g)$ +	$CO_2(g)$ $\longrightarrow$	$CO(NH_2)_2(k)$ +	$H_2O(s)$
Kütle oranı:	34 g	44 g	60 g	18 g
		88 g	x	

a) Kuramsal verim tepkimede hesaplanan ürün miktarı olduğu için

kuramsal verim = x = 120 g'dır.

b) Gerçek verim elde edilen ürün miktarı olduğu için

gerçek verim = 90 g'dır.

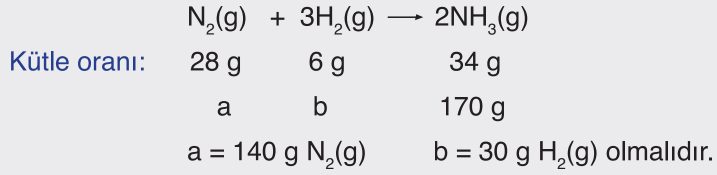
c) $\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{kuramsal verim}} \cdot 100 \Rightarrow \% \text{ verim} = \frac{90}{120} \cdot 100 = \%75$'tir.

ÖRNEK

Amonyak endüstride gübre üretiminde kullanılan bir ham maddedir. Endüstride amonyak, azot ve hidrojen gazlarının tepkimesinden elde edilir. %80 verimle 136 g amonyak elde etmek için tepkimeye girmesi gereken azot gazı ve hidrojen gazı kaçar gram olmalıdır? (H:1, N:14)

ÇÖZÜM

$$\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{kuramsal verim}}.100 \Rightarrow 80 = \frac{136}{x}.100 \Rightarrow x = 170 \text{ g}$$



	$N_2(g)$	$+ \; 3H_2(g)$	$\longrightarrow 2NH_3(g)$
Kütle oranı:	28 g	6 g	34 g
	a	b	170 g

a = 140 g $N_2(g)$ b = 30 g $H_2(g)$ olmalıdır.

ÖRNEK

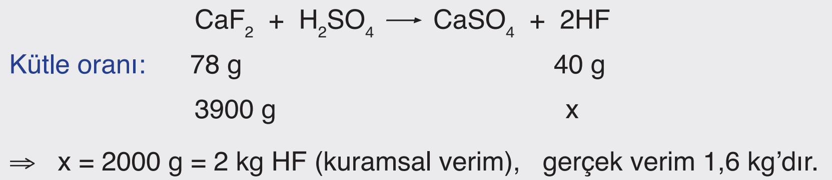
Hidrojen florür, cam yüzeyini aşındırma özelliğinden dolayı cam üretiminde dekoratif görüntü verme işlemlerinde kullanılır ve aşağıdaki tepkime ile elde edilir.



$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2HF$$

Bir tepkimede 3,9 kg CaF_2 aşırı miktarda H_2SO_4 ile tepkimeye sokuluyor ve 1,6 kg HF elde ediliyor. Buna göre tepkimede HF'nin % verimi kaçtır? (H:1, F:19, Ca:40)

ÇÖZÜM



	$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4$	$+ \; 2HF$
Kütle oranı:	78 g	40 g
	3900 g	x

$\Rightarrow$ x = 2000 g = 2 kg HF (kuramsal verim), gerçek verim 1,6 kg'dır.

$$\% \text{ verim} = \frac{\text{gerçek verim}}{\text{kuramsal verim}}.100 \Rightarrow \% \text{ verim} = \frac{1,6}{2}.100 = \%80\text{'dir.}$$

1.25. ALIŞTIRMA

Metanol (CH_3OH), benzine alternatif bir yakıt olarak kabul edilen bir alkoldür.



$$CO(g) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_3OH(s)$$

56 g CO ve yeterli miktarda H_2'nin %75 verimle tepkimesinden kaç gram metanol elde edilir? (H:1, C:12, O:16)

1.26. ALIŞTIRMA

$CCl_4 + 2HF \longrightarrow CCl_2F_2 + 2HCl$ reaksiyonuna göre

308 g CCl_4 bileşiğinin aşırı HF ile tepkimesinden 217,8 g CCl_2F_2 elde ediliyor. Bu tepkimenin

a) Kuramsal verimi,

b) Gerçek verimi,

c) Yüzde verimi kaçtır? (H:1, C:12, F:19, Cl:35,5)

c) Çözünme-Çökelme Tepkimelerinde Verim Hesaplamaları

1.5 ETKİNLİK

Etkinliğin Adı: Çözünme-Çökelme Tepkimesi Deneyi Üzerinden Verim Hesaplanması







Etkinliğin Amacı: Çözünme-çökelme tepkimesi deneyi ile kuramsal, gerçek ve yüzde verim hesaplamalarını kavramak

Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- 3,4 g $AgNO_3$
- 1,17 g NaCl
- 100 mL'lik iki adet beher
- Saf su
- Baget, spatül
- Süzgeç kâğıdı
- Terazi

Uygulama Aşamaları

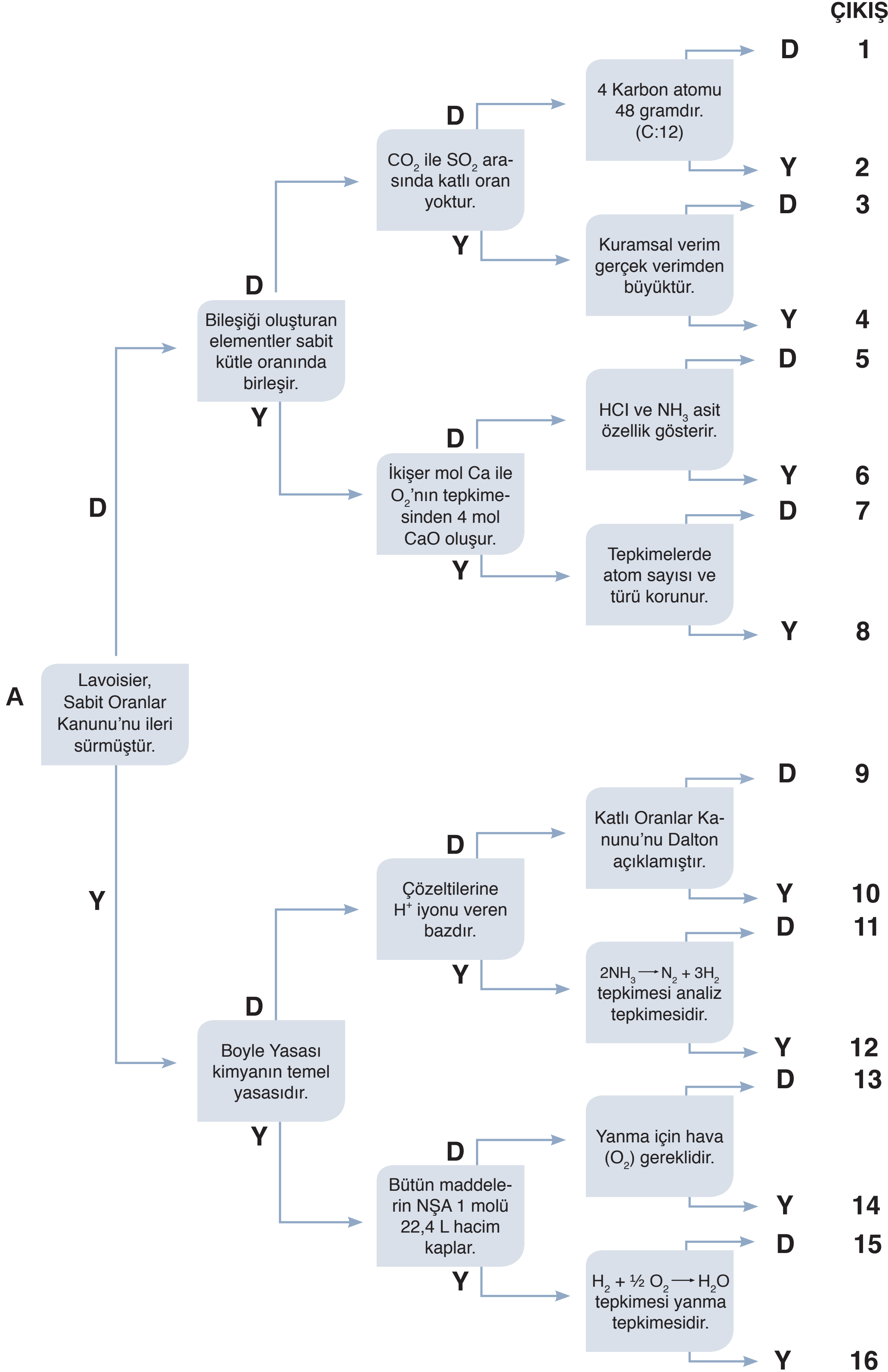
1. 100 mL'lik iki ayrı behere 25 mL su koyunuz.
2. Terazide 3,4 g $AgNO_3$ ve 1,17 g NaCl tuzlarını tartarak beherlere ilave ediniz. Çözeltileri dipte katı kalmayıncaya kadar karıştırınız.
3. Çözeltilerden birini diğerine aktararak çökelti oluşumunu gözlemleyiniz.
4. Üstteki sıvı berraklaşıncaya kadar çökelti oluşumunu bekleyiniz.
5. Oluşan karışımı süzgeç kâğıdından geçirerek çöken katıyı süzünüz.
6. Süzgeç kâğıdındaki çökeleği kuruttuktan sonra tartınız. Tartım sonucunu kaydediniz.
7. Tepkime denkleminden kuramsal verimi hesaplayınız.
8. Gerçek verim ve kuramsal verimden yararlanarak tepkimenin % verimini hesaplayınız.
   (N: 14, O: 16, Na: 23, Cl: 35,5, Ag: 108)

Etkinliğin Değerlendirilmesi: $AgNO_3$ ile NaCl sulu çözeltileri karıştırıldığında çözeltide gerçekleşecek tepkimeyi yazınız. Bu tepkimenin gerçek (deneysel) ve kuramsal verimi arasındaki farkı belirtiniz. Gerçek ve kuramsal verim arasındaki farkın tepkime verimini nasıl etkilediğini yorumlayınız.

A

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru **(D)** ya da yanlış **(Y)** ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinde bir soru verilmiştir. "A" ifadesinden başlayıp, cümlenin doğru veya yanlış olduğuna karar vererek ilgili ok yönünde ilerleyiniz. Her bir cevap bir sonraki aşamayı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla 16 çıkış noktasından doğru çıkışı bulunuz.



B

I. Bileşik	Başlangıç kütle (g)	10 g azot	4 g oksijen	
	Tepkimeye giren kütle	....	....	Oluşan bileşik kütlesi: ....
	Artan kütle	3 g azot		
II. Bileşik	Başlangıç kütle (g)	14 g azot	40 g oksijen	
	Tepkimeye giren kütle	....	....	Oluşan bileşik kütlesi: ....
	Artan kütle		8 g oksijen	
III. Bileşik	Başlangıç kütle (g)	24 g karbon	10 g hidrojen	
	Tepkimeye giren kütle	....	2 g hidrojen	Oluşan bileşik kütlesi: ....
	Artan kütle		....	
IV. Bileşik	Başlangıç kütle (g)	60 g karbon	10 g hidrojen	
	Tepkimeye giren kütle	48 g karbon	....	Oluşan bileşik kütlesi: ....
	Artan kütle	....		

Yukarıdaki tabloda bazı bileşiklerin tam verimli tepkimeleri sonucunda kütlece birleşme oranları verilmiştir. Bu verilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

2. I, II, III ve IV. tepkimelerde oluşan bileşikler kaçar gramdır? Bileşiklerde kütlenin korunumunu ispatlayınız.

3. I. bileşikte elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_N}{m_O}$ kaçtır?

4. II. bileşikte elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_N}{m_O}$ kaçtır?

5. I ve II. bileşikte aynı miktar azot ile birleşen oksijenler arasındaki katlı oran kaçtır?

6. III. bileşikte elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_C}{m_H}$ kaçtır?

7. IV. bileşikte elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_C}{m_H}$ kaçtır?

8. III ve IV. bileşikte aynı miktar karbon ile birleşen hidrojenler arasındaki katlı oran kaçtır?

9. I ve III. bileşikler arasında katlı oran var mıdır? Bulduğunuz sonucun nedenini açıklayınız.

C **Aşağıdaki açık uçlu soruları cevaplayınız.**

10. Katlı Oranlar Kanunu'nu örnekler vererek açıklayınız.

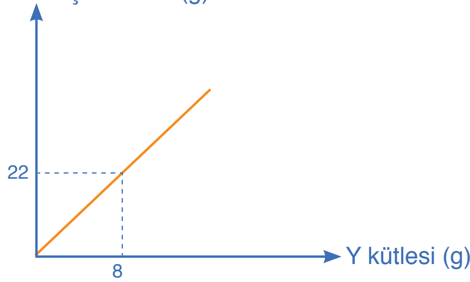
11. H_2SO_4 + 2NaOH $\longrightarrow$ Na_2SO_4 + $2H_2O$ tepkimesinde, 98 g H_2SO_4 en az kaç g NaOH ile tepkimeye girerse 142 g Na_2SO_4 ve 36 g H_2O oluşur?

12. C_4H_8 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_C}{m_H} = \frac{6}{1}$ 'dir. Buna göre 42 g C_4H_8 bileşiğini elde etmek için

a) En az kaç g C elementi gerekir?

b) 48'er g C ve H elementleri tam verimle tepkimeye girdiğinde kaç g C_4H_8 bileşiği oluşur? Hangi elementten kaç g artar?

13.



X_2Y bileşiği için bileşik kütlesinin-Y kütlesine değişimini gösteren grafik yanda verilmiştir. Buna göre X_2Y_3 bileşiğinde X kütlesinin Y kütlesine oranı kaçtır?

14. Aşağıda verilen bileşik çiftlerinin hangilerinde katlı oran yoktur? Açıklayınız.

a) $NO_2 - N_2O_3$

b) $KMnO_4 - K_2MnO_4$

c) $C_2H_4 - C_3H_6$

ç) $CO_2 - SO_3$

d) $CO_2 - H_2CO_3$

15. NO_2 ve N_2O_x bileşiklerinde aynı miktar azot ile birleşen 1. bileşikteki oksijenin 2. bileşikteki oksijene katlı oranı 4/5 olduğuna göre x sayısı kaçtır?

16. Azot ve oksijenden oluşan iki farklı bileşikte

I. bileşikte 7 g azot ile 16 g O birleşmiştir.

II. bileşikte 28 g azot ile 80 g O birleşmiştir.

Buna göre aynı miktar oksijen ile birleşen II. bileşikteki azotun I. bileşikteki azota katlı oranı kaçtır?

17. Aşağıda verilen tepkimeleri tamamlayınız.

a) $C_3H_8(g) + O_2(g) \longrightarrow$ ....+ ....

b) $CaCO_3(k)$ + ısı $\longrightarrow$ ....+ ....

c) $N_2(g) + H_2(g) \longrightarrow$ ....

ç) HCl(suda) + NaOH(suda) $\longrightarrow$ ....+ ....

18. KI ve $AgNO_3$ bileşiklerinin sulu çözeltileri karıştırıldığında AgI bileşiği katı olarak çöker. Buna göre

a) Çözünme - çökelme tepkimesini yazınız.

b) İyon-çökelme denklemini yazınız.

c) Net iyon denklemini yazınız.

ç) Seyirci iyonları yazınız.

19. FeO bileşiğinde kütlece birleşme oranı $\frac{m_{Fe}}{m_O} = \frac{7}{2}$ 'dir. Buna göre Fe_2O_3 bileşiğinde bileşik kütlesinin oksijen kütlesine oranı ($\frac{m_{Fe_2O_3}}{m_O}$) kaçtır?

20. $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesine göre aynı koşullarda 90 L N_2 gazı ile 60 L H_2 gazı tam verimle tepkimeye girerek NH_3 gazı oluşturuyor. Buna göre aynı koşullarda

a) Kaç litre NH_3 gazı oluşur?

b) Hangi gazdan kaç litre artar?

c) Tepkimedeki sınırlayıcı reaktif hangisidir?

21. Aşağıda verilen tablodaki maddelerin mol kütlelerini hesaplayınız.

(H:1, C:12, N:14, O:16, Na:23, Mg:24, Al:27, P:31, S:32, K: 39, Ca:40, Fe:56, Cu:64)

Formül	Mol Kütlesi	Formül	Mol Kütlesi
H_2		MgO	
O_2		Fe_2O_3	
SO_2		$Ca(NO_3)_2$	
CO_2		$(NH_4)_3PO_4$	
H_2SO_4		$KAl(SO_4)_2$	
NaOH		$CuSO_4.5H_2O$	

22. 0,2 mol N_2O_3 bileşiği için (N:14, O:16, Avogadro sayısı:N_A)

a) Bileşik kaç gramdır?

b) Kaç tane molekül içerir?

c) Kaç tane atom içerir?

ç) Kaç mol N atomu içerir?

d) Kaç tane O atomu içerir?

e) Kaç gram N atomu içerir?

f) Bir tane N_2O_3 molekülünün gerçek kütlesi kaç gramdır?

23. 16 gram oksijen atomu içeren H_2SO_4 bileşiği ile ilgili (H:1, O:16, S:32, Avogadro sayısı:N_A)

a) Kaç moldür?

b) Kaç gramdır?

c) Kaç tane molekül içerir?

ç) Kaç tane atom içerir?

d) Kaç gram S atomu içerir?

e) Kaç mol O atomu içerir?

f) Bir tane H_2SO_4 molekülünün gerçek kütlesi (g) kaçtır?

24. 0,3 mol K_2XO_4 bileşiği 58,2 gramdır. Buna göre X atomunun 1 molü kaç gramdır? (K:39, O:16)

25. $1{,}806.10^{23}$ tane atom içeren CO_2 gazı (C:12, O:16, N_A:$6{,}02.10^{23}$)

a) Kaç gramdır?

b) Normal şartlarda kaç litre hacim kaplar?

26. Normal şartlarda m gram XY_2 gazı V litre hacim kaplamaktadır. XY_2 gazının mol kütlesi m ve V cinsinden kaçtır?

27. X_2O_3 bileşiğinin 0,2 molü 15,2 gramdır. Nötr X atomunun çekirdeğinde 7 nötron bulunduğuna göre (O:16)

a) X'in atom kütlesi kaçtır?

b) Nötr X atomunda kaç tane elektron vardır?

c) X atomunun periyodik cetveldeki yerini bulunuz.

28. C_2H_4 ve C_3H_8 gaz karışımı 0,5 moldür. Karışımın kütlesi 20,4 gram olduğuna göre (H:1, C:12)

a) Karışımın molce % kaçı C_2H_4 gazıdır?

b) Karışımdaki C_3H_8 gazı normal şartlarda kaç litre hacim kaplar?

c) Karışımda kaç tane H atomu vardır?

29. 0,8 gram SO_3 ile 0,4 gram C_3H_n gazlarının mol sayıları eşittir. Buna göre (H:1, C:12, O:16, S:32)

a) C_3H_n bileşiğinde "n" sayısı kaçtır?

b) Karışım toplam kaç moldür?

30. C_XH_Y bileşiğinde kütlece %10 hidrojen atomu bulunmaktadır. Buna göre bileşik formülündeki x ve y kaçtır? (H:1, C:12)

31. Aynı şartlarda eşit hacimlerde N_2 ve H_2 gazları tepkimeye girerek tam verimle NH_3 gazı oluşturuyor. Buna göre

a) Artan gaz hangisidir?

b) Oluşan gazın hacminin başlangıçta verilen gazların toplam hacmine oranı kaçtır?

32. $CaCO_3(k) + ısı \longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$

Yukarıda verilen tepkimeye göre, %60 verimle 300 g $CaCO_3$ katısı tamamen ayrıştığında (C:12, O:16, Ca:40)

a) Kaç mol CaO katısı oluşur?

b) Kaç gram CO_2 gazı oluşur?

33. $Mg(OH)_2 + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + 2H_2O$

Tepkimesine göre 6 mol $Mg(OH)_2$ ve 6 mol HNO_3 bileşikleri tam verimle tepkimeye girmektedir. Buna göre

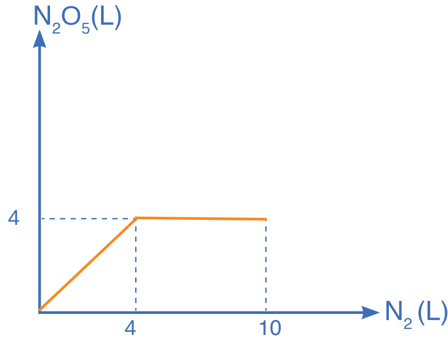
a) En fazla kaç mol $Mg(NO_3)_2$ oluşur?

b) En fazla kaç g H_2O oluşur?

c) Sınırlayıcı bileşen hangisidir? (H: 1, O: 16)

34. $XO + H_2O \longrightarrow X(OH)_2$ tepkimesine göre yeterli miktarda su ile 22,4 g XO tam verimle tepkimeye girerek 29,6 g $X(OH)_2$ bileşiği oluşturmaktadır. Buna göre X atomunun mol kütlesi kaçtır? (H:1, O:16)

35.



Aynı şartlarda eşit hacimli N_2 ve O_2 gazları tepkimeye girerek N_2O_5 gazını oluşturur. Bu tepkimede N_2 ve N_2O_5 gazlarının hacim değişimlerine ait grafik şekildeki gibidir. Buna göre

a) Başlangıçtaki toplam hacim kaç litredir?
b) Sınırlayıcı bileşen hangisidir?

36. Kükürt (S) elementinin izotopları ^{32}S ve ^{34}S tür. S'ün ortalama atom kütlesi 32,1akb olduğuna göre ^{32}S ve ^{34}S izotoplarının doğada bulunma yüzdeleri kaçtır? (^{32}S: 32 akb, ^{34}S: 34 akb)

Ç **Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.**

37. Sabit sıcaklık ve basınçta, altmışar litre X_2 ve Y_2 gazları tepkimeye girerek X_2Y_3 gazını oluşturmaktadır. **Tepkime sonunda kaptaki gazların toplam hacmi kaç litre olur?**

A) 40 B) 60 C) 80 D) 100 E) 120

38. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Çözünme çökelme tepkimelerinde çökelmeye katılan iyonlara seyirci iyonlar denir.
B) Isı, sıcaklık gibi etkilerle bir maddenin bozularak farklı maddelerin oluşumuna ilişkin tepkimelere sentez tepkimeleri denir.
C) Kimyasal tepkimelerde her zaman toplam molekül sayısı korunur.
D) John Dalton, Katlı Oranlar Kanunu'nu ortaya koymuştur.
E) CO_2 ve SO_3 bileşikleri arasındaki katlı oran 2/3'tür.

39. $Al + H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$

Yukarıda verilen tepkime en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde ürünlerdeki toplam atom sayısı kaç olur?

A) 11 B) 13 C) 15 D) 19 E) 23

40. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında basit tam sayılarla ifade edilen orana sabit oran denir.
B) Avogadro Hipotezi'ne göre aynı sıcaklık ve basınçta, gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda atom ya da molekül bulunur.
C) Sabit sıcaklık ve basınçta gazların birleşen hacim oranları, tanecik sayıları oranına eşit değildir.
D) $C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ tepkimesi yanma tepkimesidir.
E) Pamukkale Travertenleri, çözünme-çökelme tepkimeleri ile oluşmuştur.

41. Çinkonun sülfürik asitle verdiği tepkime denklemi aşağıdaki gibidir.

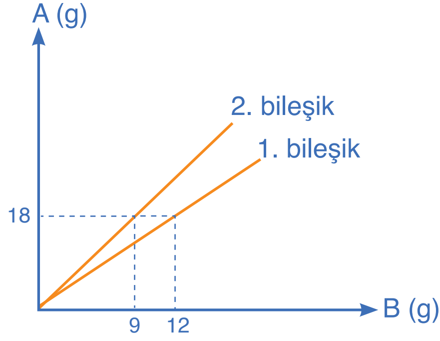


$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + X$

bu tepkimede oluşan X aşağıdakilerden hangisidir?

A) S B) H_2 C) O_2 D) SO_2 E) ZnO

42.



Yandaki grafikte A ve B elementlerinden oluşan iki bileşikteki kütle değişimleri verilmiştir.

Buna göre bileşiklerin formülleri

	1. bileşik	2. bileşik
I.	AB_4	AB_3
II.	AB_2	AB
III.	AB_2	A_2B_3

yukarıdakilerden hangileri olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

43. A_2B_3 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_A}{m_B} = \frac{7}{12}$ olduğuna göre AB_2 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_A}{m_B}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{7}{8}$ B) $\frac{7}{16}$ C) $\frac{16}{7}$ D) $\frac{4}{8}$ E) $\frac{12}{7}$

44. X_2Y_3 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{10}{3}$'tür.

Buna göre

I. XY_2 bileşiğinde kütlece birleşme oranı $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{5}{2}$'dir.

II. X ve Y elementlerinin atom kütleleri oranı $\frac{X}{Y} = \frac{5}{1}$'dir.

III. 30 g X elementi ile yeteri kadar Y elementi kullanıldığında en fazla 34 g X_3Y_4 bileşiği oluşur.

yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

45. I. $HNO_3(suda) + KOH(suda) \longrightarrow KNO_3(suda) + H_2O(s)$ (Nötralleşme)

II. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$ (Yanma)

III. $K_2S(suda) + Cu(NO_3)_2(suda) \longrightarrow CuS(k) + 2KNO_3(suda)$ (Çözünme-çökelme)

IV. $KClO_3(k) + ısı \longrightarrow KCl(k) + 3/2O_2(g)$ (Sentez)

Yukarıda verilen tepkimeler ve tepkime türlerinden hangileri doğru verilmiştir?

A) I ve II B) II ve III C) I ve III D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

46. 
$2KI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2KNO_3(suda)$

tepkimesine göre

I. Asit-baz tepkimesidir.

II. Net iyon denklemi $Pb^{2+}(suda) + 2I^-(suda) \longrightarrow PbI_2(k)$

III. Seyirci iyonlar K^+ ve NO_3^- tır.

IV. PbI_2 bileşiği suda iyi çözünür.

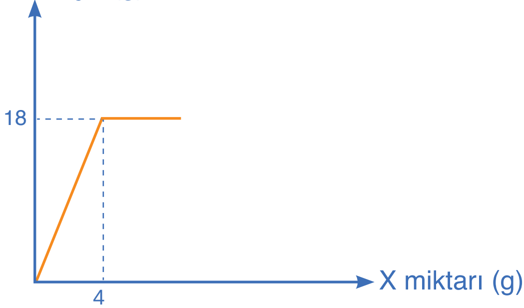
yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) I ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

47. Aşağıdaki bileşiklerden hangisinin sulu çözeltisine potasyum hidroksitin (KOH) sudaki çözeltisi eklendiğinde asit-baz tepkimesi <u>olmaz</u>?

A) HCl B) NH_3 C) H_2SO_4 D) HNO_3 E) H_3PO_4

48.



X ve Y elementlerinden oluşan bileşikte, bileşik kütlesi-X kütlesi grafiği yanda verilmiştir.

Buna göre

I. Bileşikteki kütlece sabit oran $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{2}{7}$'dir.

II. 4 g X ile 14 g Y harcanmıştır.

III. Kapta Y tamamen harcanırken bir miktar X artmıştır.

yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

A) I, II ve III B) II ve III C) I ve III D) I ve II E) Yalnız I

49. Aynı koşullarda 8 L A_2 gazı ile 20 L B_2 gazı tam verimle tepkimeye girerek 16 L C gazı oluştururken 4 L B_2 gazı artıyor. Buna göre oluşan C gazı ile A_2B_5 gazı arasında aynı miktar A ile birleşen B kütleleri arasındaki katlı oran kaçtır?

A) $\frac{2}{5}$ B) $\frac{5}{2}$ C) $\frac{4}{5}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{4}$

50. AB_4 bileşiğinde kütlece % 25 oranında B vardır. Buna göre A_2B_6 bileşiğinde kütlece % kaç A vardır?

A) 80 B) 70 C) 60 D) 50 E) 40

51. I. H_2SO_3 - H_2SO_4

II. C_2H_6 - C_3H_8

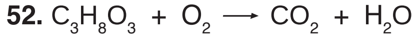
III. CO_2 - SO_3

IV. NO_2 - N_2O_4

V. SO_2- H_2SO_4

yukarıda verilen bileşik çiftlerinden hangisi katlı oranlar kanununa uyar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III D) II ve IV E) II, IV ve V

52. 
$C_3H_8O_3 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

tepkimesi en küçük tamsayılarla denkleştirildiğinde ürünlerin katsayıları toplamı kaç olur?

A) 7 B) 10 C) 11 D) 14 E) 18

53. HNO_3 ve NaOH bileşikleriyle ilgili

I. NaOH bileşiğinin sulu çözeltisi bazik özellik gösterir.

II. HNO_3 bileşiğinin sulu çözeltisi turnusolu kırmızıya boyar.

III. HNO_3 ve NaOH'ın sulu çözeltileri elektrik akımını iletir.

IV. HNO_3 ve NaOH'ın sulu çözeltileri nötralleşme tepkimesi verir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) I ve III D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

54. 12 tane CO_2 molekülü kaç moldür? (Avogadro sayısı:N_A)

A) 12 B) $\frac{12}{N_A}$ C) 30 D) $10N_A$ E) 4

55. $\frac{4}{N_A}$ mol NH_3 kaç gramdır? (N:14, H:1, Avogadro sayısı:N_A)

A) 17 B) 68 C) $\frac{68}{N_A}$ D) $\frac{17}{N_A}$ E) 4

56. 0,2 mol C_2H_5OH kaç akb oksijen atomu içerir? (O:16)

A) $3{,}2N_A$ B) 3,2 C) 16 D) $\frac{3{,}2}{N_A}$ E) $\frac{N_A}{3{,}2}$

57. Normal şartlarda 4,48 litre hacim kaplayan C_4H_{10} gazı kaç akb'dir? (C:12, H:1)

A) 11,6 B) $11{,}6N_A$ C) $\frac{11{,}6}{N_A}$ D) 116 E) $116N_A$

58. Ca(k) + O_2(g) $\longrightarrow$ CaO(k) denkleştirilmemiş tepkimesine göre 1,6 g Ca ile 1 g O_2 tepkimeye girdiğinde

I. 0,36 g O_2 artar.

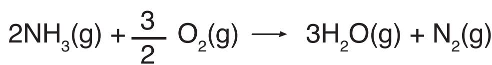
II. 2,24 g CaO oluşur.

III. 0,40 g Ca artar.

yargılarından hangileri doğrudur? (O:16, Ca:40)

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

59. Aşağıdaki denkleme göre 34 g NH_3 ile 96 g O_2 tepkimeye giriyor. Verim %80 olduğuna göre kaç g N_2 elde edilebileceğini hesaplayınız? (H:1 g/mol, N:14 g/mol, O:16 g/mol)

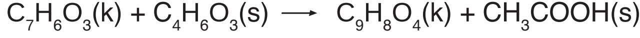

$2NH_3(g) + \frac{3}{2} O_2(g) \longrightarrow 3H_2O(g) + N_2(g)$



A) 24,4 B) 33,2 C) 44,8 D) 24,6 E) 22,4

60. Aspirin ($C_9H_8O_4$), salisilik asit ($C_7H_6O_3$) ile asetanhidrit'in ($C_4H_6O_3$) aşağıdaki tepkimesi ile elde edilir.

Ulusal Kimya Olimpiyatları

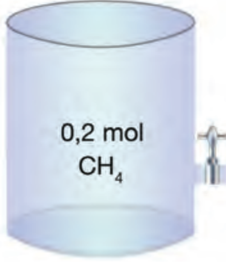


$$C_7H_6O_3(k) + C_4H_6O_3(s) \longrightarrow C_9H_8O_4(k) + CH_3COOH(s)$$

Bir deneyde 29,83 g salisilik asit 36,11 g asetanhidrit ile tepkime vererek 13,00 g aspirin oluşturuluyor. Oluşan aspirinin verim yüzdesi nedir? (H:1 g/mol, C:12 g/mol, O:16 g/mol)

A) 15,1 B) 26,8 C) 33,4 D) 67,9 E) 98,2

61.



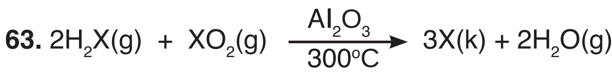
Şekildeki kaba kaç tane He atomu ilave edilirse kaptaki toplam atom sayısı iki katına çıkar?

A) $0,2N_A$ B) 0,2 C) N_A D) 1 E) $\frac{1}{N_A}$

62. CH_4 ve C_3H_8 gaz karışımının 0,5 molünü yakmak için aynı şartlarda 1,6 mol O_2 gazı harcanıyor. **Karışımda kaç gram C_3H_8 gazı vardır?** (H:1, C:12)

A) 2,2 B) 3,2 C) 6,6 D) 8,8 E) 13,2

63.



$$2H_2X(g) + XO_2(g) \xrightarrow[300^oC]{Al_2O_3} 3X(k) + 2H_2O(g)$$

Tepkimesinde eşit kütlede H_2X ve XO_2 tam verimli tepkimeye girdiğinde 6 mol X(k)'sı oluşurken toplam ürün miktarı 264 gramdır. **Tepkimede 8 g XO_2 arttığına göre X'in atom kütlesi kaçtır?** (H:1, O:16)

A) 14 B) 16 C) 32 D) 39 E) 44

64. Normal şartlarda 3,36 litre hacim kaplayan C_2H_2 gazı için

I. 0,15 moldür.

II. 0,60 mol atom içerir.

III. 0,39 gramdır.

yargılarından hangileri doğrudur? (C:12, H:1)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

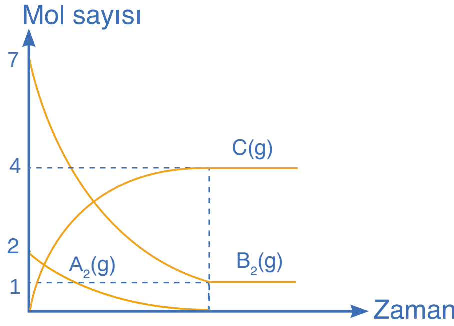
65. İzotoplarının bollukları ve kütleleri aşağıda verilen X elementinin, ortalama atom ağırlığı kaç akb'dir?

izotop	kütle	bolluk
X-45	44,99 akb	%30,0
X-47	46,99 akb	%60,0
X-48	48,00 akb	%10,0

Ulusal Kimya Olimpiyatları

A) 45,9 akb B) 46,5 akb C) 46,7 akb D) 45,2 akb E) 47,0 akb

66. Aşağıdaki grafikte sabit sıcaklık ve basınçta gerçekleşen reaksiyonda mol sayılarının zamanla değişimi verilmiştir.



Buna göre

I. Tepkime denklemi $A_2(g) + 3B_2(g) \rightarrow 2C(g)$'dir.

II. C'nin formülü AB_3'tür.

III. Sınırlayıcı madde A_2'dir.

IV. B_2 miktarı arttırılırsa C miktarı da artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I, II ve III B) I, II ve IV C) I ve III D) I ve IV E) II ve III

67. I. Bir hidrojen atomu

II. Bir hidrojen molekülü

III. 1 mol hidrojen atomu

IV. 2 akb hidrojen atomu

Yukarıda miktarları verilen maddelerin kütlelerinin büyükten küçüğe sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir? (H:1, Avogadro sayısı:N_A)

A) I > II > III > IV B) II = IV > III > I C) III > II = IV > I D) I > II > IV > III E) II > III > I > IV

68. $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

Tepkimesine göre 3,2 g CH_4 gazı ile 16 g O_2 gazı aynı koşullarda tam verimle tepkimeye giriyor. Tepkime sonunda hangi gazdan kaç mol artar? (H:1, C:12, O:16)

A) 0,1 mol O_2 B) 0,1 mol CH_4 C) 0,2 mol O_2 D) 0,2 mol CH_4 E) 0,15 mol CH_4

69. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

tepkimesi için

I. 0,2 mol N_2 gazı ile 1 mol H_2 gazının tepkimesinde sınırlayıcı bileşen N_2 gazıdır.

II. Normal koşullarda 4,48 litre NH_3 gazının oluşabilmesi için 0,6 gram H_2 gazının harcanması gerekir.

III. 1 mol NH_3 gazının oluşabilmesi için eşit kütlede N_2 ve H_2 gazı alındığında 11 gram H_2 gazı artar.

yargılarından hangileri doğrudur? (H:1, N:14)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

ALIŞTIRMA CEVAP ANAHTARI

1.Ünite					
Alıştırma No		**Alıştırma No**		**Alıştırma No**	
1.1	4	1.10	X_2Y_3	1.19	a) $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ b) $2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$ c) $2Fe + 6HNO_3 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2$
1.2	32	1.11	63,56 akb	1.20	III ve IV
1.3	a) 12 — b) 40	1.12	80,916 %49,31	1.21	$CaCl_2$(suda) + K_2SO_4 (suda) → $CaSO_4$(k) ↓ + 2KCl(suda) Ca^{2+}(suda) + SO_4^{2-}(suda) → $CaSO_4$(k)
1.4	a) 2/3 — b) 6 g S, 30g SO_3	1.13	^{10}B %19, ^{11}B %80,2	1.22	a) 0,56 — b) 0,34 — c) $0,03N_A$
1.5	I. sabit oranlar II. kütlenin korunumu III. katlı oranlar	1.14	$1,6N_A$	1.23	a) 0,5 mol C_2H_2 — b) 45 g
1.6	NO_2	1.15	$15,2N_A$	1.24	4
1.7	a) %80 — b) 12 g H, 60 g C_2H_6	1.16	6,4	1.25	48
1.8	64	1.17	$1,5.10^{-21}$	1.26	a) 242 — b) 217,8 — %90
1.9	40 L N_2, 120 L	1.18	a) 11 — b) 44		

2.Ünite							
Alıştırma No		**Alıştırma No**		**Alıştırma No**			
2.1	150	2.5	50	2.8	a) III	b) 100 + t	c) artar
2.2	3/2	2.6	0,4		ç) III	d) I ve II	e) azalır.
2.3	%14	2.7	% 16,666		f) azalır	g) I, II ve III	
2.4	IV > I = III > II			2.9	I. kaynama noktası farkı II. özkütle farkı III. kaynama noktası farkı IV. özkütle farkı		

3.Ünite			
Alıştırma No			
3.1	1		
3.2	I. $CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$ II. $Sr(OH)_2 + 2HCl \rightarrow SrCl_2 + 2H_2O$ III. $3Mg(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 6H_2O$		

UYGULAMA SORULARI CEVAP ANAHTARI

1.Ünite					
Uygulama Soruları 1.1				**Uygulama Soruları 1.2**	
1	92 g NH_3 2	a)	Nötralleşme	d)	Yanma
2	5,6 g X; 0,8 g Y	b)	Sentez	e)	Çözünme-çökelme
3	a) 20 L $O_2(g)$ b) 80 L NO(g)	c)	Analiz	f)	yanma
4	152 g XO, 272 g X_2O	ç)	nötralleşme		

2.Ünite

Uygulama Soruları 2.1

CH_3OH: polar, çözünür, hidrojen bağı, çözünmez, dipol-indüklenmiş dipol
Br_2: apolar, çözünmez, indüklenmiş dipol – dipol, çözünür, indüklenmiş dipol- indüklenmiş dipol
KCl: çözünür, iyon-dipol, çözünmez, iyon-indüklenmiş dipol
HCl: polar, çözünür, dipol-dipol, çözünmez, dipol-indüklenmiş dipol
NH_3: polar, çözünür, haidrojen bağı, çözünmez, dipol-indüklenmiş dipol

Uygulama Soruları 2.2

1. Kaynama noktası düşer, donma noktası yükselir
2. %20'lik çözeltiden %40'lık çözeltiye doğru. %20'lik çözelti derişimi artar, %40'lık çözelti derişimi azalır.
3. Krema: heterojen, kolloid   Şeker-su: homojen   LPG: homojen   Kan: Heterojen, Kolloid
   Süt: Heterojen, Kolloid   Sis: Heterojen, Aerosol   Zeytinyağı-su: Heterojen, Emülsiyon
   Duman: Heterojen, Aerosol   Mazot-su: Heterojen, Emülsiyon   Salata: Heterojen, Adi karışım
   Tuz-su: Homojen   Türk kahvesi: Heterojen, Süspansiyon   Üzüm-Leblebi: Heterojen, Adi karışım

Uygulama Soruları 2.3

Tanecik boyutu: Süzme, Diyaliz   Kaynama noktası: Damıtma
Yoğunluk: Yüzdürme, Ayırma hunisi   Çözünürlük: Kristallendirme, Özütleme

3.Ünite

Uygulama Soruları 3.1

1. NH_3 çözeltisi: Azalır. HNO_3 çözeltisi: Artar.   NaCl çözeltisi: Değişmez.
   $[H^+] < [OH^-]$ çözeltisi: Azalır.   Çamaşır suyu çözeltisi: Azalır.   KOH çözeltisi: Azalır.
2. MgO: Bazik, $pH > 7$ CO_2: Asidik, $pH < 7$ SO_2: Asidik, $pH < 7$ K_2O: Bazik, $pH > 7$
   NO_2: Asidik, $pH < 7$
3. HCl(suda): a, c, g, ı   HF(suda): c, e, g, ı   NH3(suda): b, ç, d, e, f, g, h   KOH(suda): a, b, ç, d, f, g, h
4. $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$ $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
   $K_2O + H_2O \rightarrow 2KOH$ $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

Uygulama Soruları 3.2

1. a) I, III, V ve VI   b) I, III, V ve VI   c) CO_2 ç) I, II, III, IV, V ve VI   d) I, II, III, IV, V ve VI
2. a) IV   b) I, II, IV ve V

CEVAP ANAHTARI

1. Ünite

A	C				Ç					
1. 15 nolu çıkış	11.	80	26.	22,4m/V	37.	B	49.	C	61.	C
	12.	**a)** 36 **b)** 56; 40 g H artar.	27.	**a)** 14 **b)** 7 **c)** 2. periyot 5A	38.	D	50.	A	62.	D
	13.	7/12	28.	**a)** %20 **b)** 8,96 **c)** 3,6N_A	39.	E	51.	B	63.	C
	14.	b, c, ç, d	29.	**a)** 4 **b)** 0,02	40.	C	52.	D	64.	D
	15.	5	30.	3,4	41.	B	53.	E	65.	B
	16.	4/5	31.	**a)** N_2 **b)** 1/3	42.	D	54.	B	66.	A
	19.	10/3	32.	**a)** 1,8 **b)** 79,2	43.	B	55.	C	67.	C
	20.	**a)** 40 **b)** 70 **c)** H_2	33.	**a)** 3 **b)** 108 **c)** HNO_3	44.	C	56.	A	68.	A
	22.	**a)** 15,2 **b)** 0,2 N_A **c)** N_A **ç)** 0,4 **d)** 0,6 N_A **e)** 5,6 **f)** 76/N_A	34.	40	45.	D	57.	B	69.	E
	23.	**a)** 0,25 **b)** 24,5 **c)** 0,25N_A **ç)** 1,75N_A **d)** 8 **e)** 1 **f)** 98/N_A	35.	**a)** 20 **b)** O_2	46.	B	58.	C		
	24.	52	36.	%95 ^{32}S; %5 ^{34}S	47.	B	59.	E		
	25.	**a)** 4,4 **b)** 2,24			48.	A	60.	C		

2. Ünite

A	C		Ç					
1. 7 nolu çıkış	9.	Kn: IV > II = III > I Dn: I > III = II > IV	23.	C	30.	E	37.	C
	13.	255; 45	24.	C	31.	B	38.	D
	15.	200	25.	E	32.	A	39.	A
	21.	6	26.	A	33.	A	40.	C
	22.	200	27.	C	34.	C	41.	D
			28.	B	35.	B	42.	B
			29.	D	36.	A		

3. Ünite

A	C		Ç									
1. 3 nolu çıkış	15.	**a)** 0,1 mol $Mg(OH)_2$ **b)** 3,6 g H_2O	21.	C	27.	C	33.	D	39.	C	45.	E
	17.	40	22.	B	28.	E	34.	C	40.	E		
			23.	D	29.	C	35.	E	41.	E		
			24.	A	30.	A	36.	D	42.	A		
			25.	B	31.	B	37.	C	43.	D		
			26.	E	32.	D	38.	D	44.	D		

4. Ünite

A	Ç			
1. 7 nolu çıkış	17.	B	23.	B
	18.	D	24.	E
	19.	D	25.	A
	20.	D	26.	B
	21.	D		
	22.	A		